ANNO XXVII - VOL. LIV - N. 1. RIVISTA MENSILE Roma, 15 luglio 1938 (Anno XVI)
Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA – Via delle Terme di Diocleziano, 90 – Telefono 44-303

SOMMARIO

Spedizione in abbonamento postale

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA – Via delle Terme di Diocleziano, 90 – Telefono 44-303

Anno XXVII - Vol. LIV

Secondo Semestre 1938 (XVI-XVII)

ROMA
STAB. TIPOGRAFICO DITTA ARMANI DI M. COURRIER
Via Cesare Fracassini, 60

1939

SECONDO SEMESTRE 1938 (XVI-XVII)

I. - QUADRO ANALITICO

II. - REPERTORIO ALFABETICO DEGLI ARTICOLI FIRMATI

ORDINATO SECONDO I NOMI DEGLI AUTORI

Anno XXVII - Vol. LIV 15 Luglio 1938 - Anno XVI - N. 1

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

L'impianto di posta pneumatica a stazioni intermedie di linea nell'Officina Locomotive Elettriche di Genova-Rivarolo

Ing. A. ZANELLI, per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

(Vedi Tav. I fuori testo)

Riassunto. — Nella Parte I, alla illustrazione degli scopi per cui la posta penumatica è stata adottata nell'Officina L. E. di Genova-Rivarolo delle Ferrovie dello Stato, si fa seguire un'esposizione som-

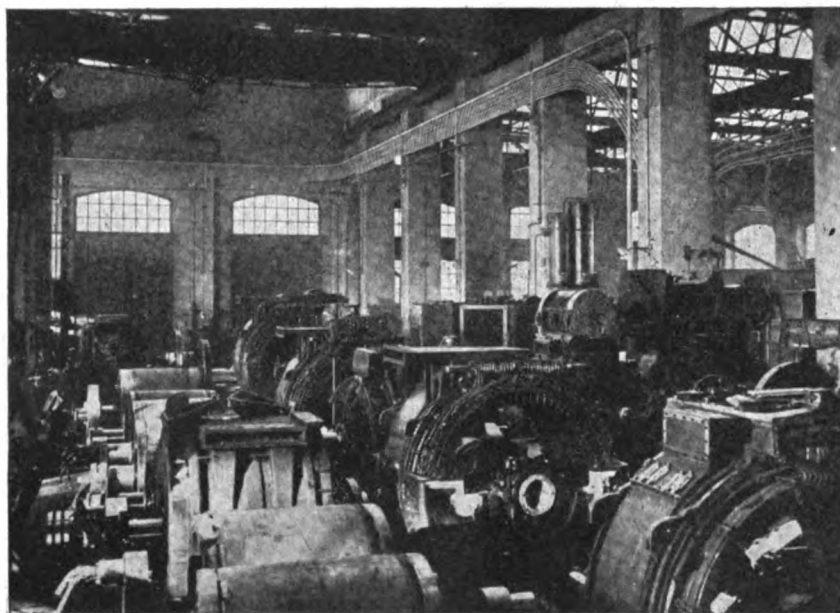
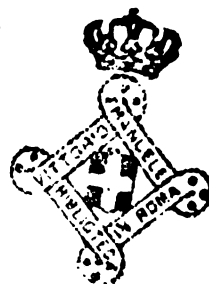



Fig. 1. - Fascio principale di tubazioni nel locale del montaggio dei motori di trazione.

maria dei criteri seguiti per la scelta del tipo d'impianto, indicandone anche le caratteristiche principali, fra cui quella, fondamentale, dell'adozione di stazioni intermedie di linea con apparecchi di scambio (scaricatori e inseritori), che vengono per sommi capi descritti insieme con il loro funzionamento.

La Parte II contiene un'abbastanza estesa descrizione dell'impianto eseguito, corredata da varie fotografie, in cui viene successivamente esposto quanto riguarda le tubazioni di servizio delle spolette, il

macchinario di aspirazione d'aria, il centralino, le due stazioni sussidiarie di smistamento, le stazioni d'estremità di linea, quelle intermedie, l'apparecchiatura elettropneumatica e le spolette con gli accessori relativi.

Nella Parte III si accenna all'esecuzione dell'impianto costruito in tutti i particolari (compresi gli apparecchi di scambio e i vari dispositivi) dall'Officina Locomotive Elettriche di Genova-Rivarolo, alle prove di collaudo, messa a punto e funzionamento, ed infine, mentre si accenna ai vantaggi tecnici ed economici con esso conseguiti, valutabili questi ultimi ad un risparmio di oltre L. 50.000 all'anno, vengono calcolate le economie realizzate con l'adozione del sistema a stazioni intermedie di linea in luogo di quello ordinario di p.p. con linee indipendenti a doppia tubazione, a L. 21.000 nelle spese d'impianto e a oltre L. 1200 all'anno in quelle di esercizio, economie che capitalizzate nella somma complessiva di oltre L. 36.000 rappresentano circa il 50 % della spesa sostenuta per l'impianto in questione. Viene inoltre messo in particolare rilievo come l'impianto stesso, uno dei più estesi fra gli impianti interni di p.p. e dotato di dispositivi modernissimi, rappresenti un primo esempio di posta pneumatica applicato all'organizzazione del lavoro nelle Officine, uno dei pochissimi impianti a stazioni intermedie di linea esistenti in Italia, e sopratutto il primo fra questi non eseguito su brevetti esteri.

I. — Generalità sull'impianto

1. — Scopi dell'impianto di posta pneumatica.

L'adozione della posta penumatica nell'Officine Locomotive Elettriche di Genova-Rivarolo fu principalmente ideata come ausilio ad un particolare sistema di marcatura dei tempi di lavoro, in vigore in detto impianto.

In relazione a tale sistema gli operai capi gruppo delle numerose squadre di lavoro dell'Officina (una settantina) dovevano recarsi, di regola più volte al giorno, presso una delle quattro cabine situate in vari punti dell'Officina presentando gli ordinativi di lavoro ultimati, sospesi o in corso, per registrarvi le ore di ultimazione o di cambio del lavoro per tutti o per alcuni operai del loro gruppo, e per effettuare su apposite tessere la marcatura delle ore stesse con orologi registratori, operazioni tutte da farsi da un impiegato addetto alla cabina.

Da ciò la necessità di un non indifferente numero di impiegati (cinque, di cui uno per le sostituzioni) non bene utilizzati per la non regolare ripartizione del lavoro e specialmente una sensibile perdita di tempo per gli operai che dovevano spesso sostare a lungo, per affollamento, agli sportelli e disturbo alla lavorazione per molteplici motivi.

A questi inconvenienti si è pensato di ovviare a mezzo di un impianto di posta pneumatica, che servisse al trasporto degli ordinativi ad un'unica cabina centrale di marcatura e registrazione servita da due impiegati, evitando così lo spostamento degli operai dal loro posto di lavoro e riducendo anche il personale amministrativo.

Questi obiettivi, che costituivano per l'Amministrazione ferroviaria un sensibile aumento nel rendimento del lavoro ed un risparmio non trascurabile di impiegati, giustificavano pienamente la spesa non rilevante per l'impianto e l'esercizio della posta pneumatica.

Ma se anche il sistema di marcatura dei tempi di lavoro presso le cabine nei reparti di lavorazione, sistema che pure, indipendentemente dagli inconvenienti accennati, presenta notevolissimi vantaggi come incentivo, controllo e garanzia della produzione, avesse dovuto essere sostituito con altro metodo contabile, l'impianto di p.p. avrebbe pur sempre servito utilmente alla trasmissione degli ordinativi di lavoro fra l'Ufficio Centrale del Lavoro e i capi gruppo delle lavorazioni, corrispondendo allo scopo importantissimo di rendere più spedite e più economiche dette trasmissioni.

E sarebbe stato utilissimo anche per svariate altre esigenze dell'organizzazione del lavoro, quali la trasmissione della corrispondenza e documenti vari fra l'Ufficio di dirigenza, l'Ufficio Centrale del Lavoro e i Reparti di lavorazione e quella dei vari ordini di lavoro, delle richieste di collaudo, dei moduli dello spoglio della riparazione, dei buoni di prelievo dei materiali e di vari altri documenti, che è inutile enumerare, ottenendosi in tal modo un servizio più rapido, più regolare e più economico.

La p.p. avrebbe poi contribuito a migliorare in modo sensibile l'organizzazione del lavoro e a permettere anche l'applicazione di particolari organizzazioni, che altrimenti non sarebbe stato possibile in pratica di attuare.

Oltre a ciò la p.p. avrebbe anche potuto servire per la trasmissione fra il magazzino, l'attrezzeria e i posti di lavoro di oggetti di dimensioni e peso limitati, e cioè di svariati materiali (viteria, bullette, copiglie, parti di strumenti di misura ecc.) e di piccoli attrezzi (lime, scalpelli, ferri per macchine utensili, punte ad elica ecc.) evitando ritardo e disturbi alla lavorazione ed aumentandone il rendimento.

Questi brevi cenni mettono in chiara evidenza come la posta pneumatica, che è di uso corrente solo negli Istituti di Credito e nei grandi Uffici Postali, possa trovare un'utilissima applicazione anche nelle Officine, a sussidio e ad incremento dell'organizzazione del lavoro e solo debba attribuirsi al costo non indifferente d'impianto, necessario con il sistema a linee indipendenti per ciascuna stazione, se ancora, per quanto risulta, non è stata introdotta nelle Officine dell'industria italiana.

2. — Criteri adottati per la scelta del sistema di posta pneumatica. Sue caratteristiche e particolarità principali.

Prima di descrivere nei vari particolari l'impianto di posta penumatica, è bene osservare come svariatissimi sono i sistemi in uso per la trasmissione a mezzo di tubazioni ad aria di documenti e di oggetti di dimensioni e peso limitati, a seconda delle principali particolarità di essi.

Numerosissimi poi possono essere i tipi degli apparecchi principali e accessori e i sistemi di comando e di segnalazioni utili al servizio dell'impianto, tanto da rendere interminabile e ad ogni modo superflua anche la sola elencazione.

Il sistema prevalente, per impianti interni di piccola e media estensione, è quello ad aspirazione d'aria, a doppia conduttura, ad una o più vie dirette (cioè senza stazioni intermedie e diramazioni), provviste o no di cabina centrale di smistamento, mentre per impianti molto estesi, viene di regola usato il sistema analogo ad aspirazione e compressione.

Tenuto quindi conto della non rilevante ampiezza dell'Officina, per cui poteva prevedersi una lunghezza massima delle linee di servizio di posta pneumatica di circa m. 175 (percorso di andata e ritorno m. 350) si è creduto opportuno prescegliere il sistema ad aspirazione d'aria per motivi di semplicità e di minor costo dell'apparecchiatura, pur osservando che per ottenere un servizio sicuro con la suaccennata lunghezza massima di alcune linee si sarebbe dovuto spingere la depressione d'aria a un valore un po' elevato (circa mm. 800 d'acqua).

Lo scopo fondamentale a cui l'impianto di p.p. doveva servire (servizio degli ordinativi di lavoro) richiedeva poi l'istituzione di numerose stazioni distribuite nell'Officina presso i posti di lavoro e di una stazione o cabina centrale collegata direttamente

a ciascuna di esse mediante tubazioni, che avrebbe dovuto servire principalmente come stazione di ricezione degli ordinativi per le successive operazioni di registrazione e di marcatura e di rispedizione degli ordinativi stessi alle stazioni di provenienza e solo eventualmente ad altre.

Tale cabina avrebbe però dovuto funzionare anche come *stazione di smistamento* delle spolette per gli altri servizi di Officina a cui si è fatto cenno e quindi come vero e proprio *centralino* dovendo per detti servizi le spolette della p.p. circolare fra due stazioni qualsiasi situate negli Uffici o nei Riparti d'Officina.

Per il fatto poi che l'Ufficio Centrale del Lavoro e alcune lavorazioni d'Officina erano situati in un piccolo fabbricato distante dai capannoni principali e che ad una estremità dell'Officina era posto il fabbricato degli Uffici di dirigenza e della portineria, si rendeva opportuno di installare in locali dei due fabbricati anzidetti *due stazioni sussidiarie di smistamento* per le stazioni in essi situate e ciò allo scopo di evitare una spesa non indifferente per varie e lunghe condutture di collegamento delle stazioni stesse alla stazione centrale.

Altra esigenza del servizio degli ordinativi e degli altri servizi per cui la p.p. doveva servire era il suo funzionamento continuo per tutta la durata del lavoro normale e con un traffico abbastanza intenso di trasmissioni.

Da ciò l'opportunità di un impianto a *doppia tubazione* (una per l'andata e l'altra per il ritorno), con *macchinario a funzionamento continuo* e di potenzialità sufficiente alla circolazione contemporanea di più spolette nelle varie tubazioni.

Non si è ritenuto opportuno un impianto di turboaspiratori multipli (uno per ciascuna linea o gruppo di linee) con comando a distanza, perchè la minore spesa dell'esercizio non avrebbe compensato il maggior costo dell'impianto e della sua manutenzione, senza tener conto che la complessa apparecchiatura elettrica per i numerosi comandi dei turboaspiratori e relative segnalazioni avrebbe reso meno sicuro e regolare il servizio della p.p.

Si è pertanto preferito come più semplice e vantaggioso un impianto ad unico gruppo motore elettrico-aspiratore centrifugo, collegato a mezzo di ampia tubazione ad un serbatoio principale da situarsi presso la cabina centrale, a cui avrebbero dovuto far capo le tubazioni provenienti dalle varie stazioni. Detto serbatoio avrebbe poi dovuto essere collegato mediante condutture di ferro zincato a due altri piccoli serbatoi posti presso le due stazioni sussidiarie di smistamento, non essendosi ritenuto opportuno, per motivi di semplicità di impianto e di funzionamento e inoltre anche di economia, munirle di apposito macchinario di aspirazione d'aria.

Per le linee di servizio sono poi state adottate tubazioni di ottone da mm. 50 × 52, e si è fissato a *mm. 1800 il raggio minimo delle curve,* che permetteva l'adozione di spolette di dimensioni abbastanza grandi, salvo ad adottare in qualche caso particolare curve di piccolo raggio con sezione ovalizzata.

In considerazione delle numerose stazioni di servizio distribuite in tutta l'Officina, in base a uno studio di massima dell'impianto la lunghezza complessiva delle tubazioni di ottone percorse dalle spolette della p.p. risultava di circa m. 3800 per un costo di circa 30.000 lire.

Inoltre poichè altrettanto numerose sarebbero risultate le bocche di spedizione nella cabina centrale con aspirazione d'aria dall'esterno, sarebbe occorsa una spesa

non indifferente per l'impianto di un potente macchinario di aspirazione d'aria e per il suo funzionamento.

Il rilevante numero di tubazioni di servizio oltre a una maggiore spesa per il loro impianto avrebbe poi creato notevole ingombro nei locali di passaggio e reso anche inevitabile un ampliamento della cabina centrale, senza contare che più onerosa sarebbe anche risultata la manutenzione.

Allo scopo di ridurre notevolmente una forte spesa di materiale di valore, per il quale si è tributari dell'estero, e le altre spese d'impianto e di esercizio a cui si è accennato, si è allora pensato di adottare un sistema di impianto *con stazioni intermedie di linea,* collegando cioè con un'unica linea a doppia tubazione partente dal centralino due o più stazioni, sì da ridurre in modo sensibile sia la lunghezza complessiva delle tubazioni come il numero delle linee partenti dalla stazione centrale e sussidiarie e conseguentemente il quantitativo d'aria aspirata.

È bene anzitutto chiarire che per sistema di impianto a stazioni intermedie di linea deve intendersi quello in cui le linee di servizio sono soltanto a doppia tubazione (una per l'andata e l'altra per il ritorno) o a semplice, se del tipo ad anello, su cui siano inserite le stazioni intermedie in modo che dal centralino si possa effettuare direttamente (cioè senza fermate e rispedizioni) la spedizione di spolette ad una qualsiasi stazione della linea a mezzo di appositi *apparecchi di scambio,* che deviino e facciano pervenire le spolette alla stazione stessa e che da qualsiasi di dette stazioni possano effettuarsi spedizioni direttamente al centralino.

In tale sistema non rientrano quindi gli impianti con linee a tubazioni di andata multiple (una per ciascuna stazione) e a tubazione di ritorno unica, come pure quelli con linee a doppia tubazione costituiti da tratti successivi per l'andata ma ad un unico percorso d'aria, in cui sia necessario per le spolette di transito in stazioni intermedie effettuare la rispedizione alla stazione successiva ripetendo l'operazione ad ogni stazione fino a quella destinataria.

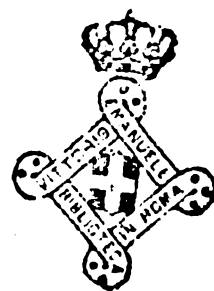
Poichè un tale sistema di p.p. a stazioni intermedie di linea, in funzione in Italia solo in pochissimi impianti, avrebbe importato una forte spesa se ci si fosse rivolti a Ditte private, che eseguiscono tali impianti su brevetti esteri e con apparecchiatura complessa e costosa importata dall'estero, si è studiato un particolare sistema con apparecchi di scambio, circuiti elettrici e dispositivi annessi semplici e quindi poco costosi e tali da garantire un funzionamento regolare.

Per la scelta del tipo degli apparecchi di spedizione e di arrivo sia per la stazione centrale come per le stazioni estreme furono fatte numerose esperienze che portarono ad adottare tipi, se pure non molto dissimili nelle linee generali da alcuni in uso negli altri impianti di p.p., di regola però più semplici e meno costosi.

Oltre agli apparecchi essenziali per il funzionamento della p.p. a cui si è fatto cenno, si è cercato anche di munire l'impianto di altri vari apparecchi e dispositivi per meglio assicurare la regolarità del servizio, evitando inconvenienti e disturbi anche di lieve entità, e di ridurre al minimo le manovre a mano.

Questi, che verranno illustrati nella descrizione dell'impianto, riguardano in particolare:

— Il comando elettrico a distanza del macchinario di aspirazione d'aria.

— Comandi elettrici a distanza per la manovra degli apparecchi di scambio.

— Segnalazioni elettriche che garantiscano la regolare disposizione di detti apparecchi.

— Segnalazioni elettriche che rivelino l'eventuale arresto delle spolette nelle tubazioni, col circuito munito di apposito interruttore automatico per impedire le segnalazioni a macchinario fermo.

— Interruttore automatico per evitare il funzionamento irregolare degli apparecchi di scambio.

— Mezzi di regolazione per ottenere in tutte le tubazioni di servizio un'uguale portata di aria convogliata e quindi una velocità media pressochè costante della spolette in ciascuna di esse, così da evitare un inutile sperpero di energia ed assicurare un servizio uniforme nelle varie tubazioni.

— Apparecchi ammortizzatori per attutire la violenza delle spolette in arrivo allo scopo di evitare danneggiamenti e specialmente disturbo al personale di scritturazione.

— Apparecchi e dispositivi per evitare correnti d'aria che raffreddino gli ambienti e rechino comunque fastidio alle persone e inoltre per evitare condensazioni di vapore acqueo nelle tubazioni e per raccogliere l'acqua condensata che eventualmente si formi in prossimità delle bocche di spedizione.

— Dispositivi per il trasporto delle spolette in arrivo alle stazioni centrale e di smistamento, fino a portata di mano dell'agente addetto alle spedizioni.

— Attrezzature speciali per il ricevimento delle spolette in arrivo e per la loro conservazione.

— Strumenti di misura e di controllo del regolare funzionamento dell'impianto.

Si è poi creduto opportuno di fissare un tipo normale di spoletta di peso e dimensioni determinate, a guaina (tubo) di celluloide trasparente, che permetta di rilevare dall'esterno a chi è destinato il documento in essa contenuto, adottando poi, a seconda degli usi, altre specie di spolette di dimensioni e materiali diversi, con chiusure speciali.

Dal rapido cenno che è stato fatto delle varie caratteristiche e particolarità dell'impianto di p.p. progettato e messo in funzione nell'Officina Locomotive Elettriche di Genova-Rivarolo si deduce facilmente l'importanza di esso e specialmente di alcuni interessanti dispositivi, non esistenti in altri impianti del genere, e che ne fanno, oltre che per la sua particolare utilizzazione, uno dei più moderni fra i pochi grandi impianti interni esistenti in Italia. Esso, anche per estensione, per numero di stazioni e per potenzialità di macchinario, occupa uno dei primissimi posti.

3. — Sistema di posta pneumatica a stazioni intermedie di linea.

Prima di passare alla descrizione dell'impianto converrà dare alcune notizie sommarie sul particolare sistema di p.p. a stazioni intermedie, che è stato studiato per l'impianto in questione e che costituisce la sua caratteristica fondamentale.

Esso, come si è detto, differisce dai pochi esempi che di tale tipo d'impianto si hanno in Italia per le particolarità degli apparecchi, circuiti e dispositivi impiegati, che li rendono costruttivamente semplici e di funzionamento regolare.

Il sistema consiste in particolare nell'adozione, in ciascuna stazione intermedia, di apparecchi di scambio, di cui uno (scaricatore) disposto nella tubazione di andata dal

centralino alla stazione stessa per scaricarvi le spolette ad essa destinate, l'altro (inseritore) posto nella tubazione di ritorno, quando questa non sia a portata di mano dello speditore, per inserire in detta tubazione le spolette destinate al centralino.

In luogo di quest'ultimo apparecchio potrebbe anche usarsi una bocca di spedizione sul tubo di ritorno, ciò che implica però, nel caso che le tubazioni di linea non passino a portata di mano dello speditore, un allungamento di percorso delle tubazioni stesse con l'aumento di curve e una conseguente maggiore resistenza alla circolazione dell'aria e in definitiva una maggiore spesa d'impianto (anche per l'eventuale costruzione di cunicoli sotterranei) e di esercizio e una minore rapidità delle comunicazioni.

L'apparecchio essenziale delle stazioni intermedie deve quindi considerarsi solo lo scaricatore, in quanto può anche mancare, come si è osservato, l'apparecchio inseritore, in ogni caso non necessario quando le tubazioni di linea passino per il posto di spedizione.

L'inseritore però, per quanto sopra si è detto, risulta nella maggior parte dei casi utilissimo e conferisce anche semplicità ed estetica agli impianti, evitando negli ambienti ingombro per tubazioni con percorsi sinuosi.

E non sembra inoltre fuori luogo il notare come quest'apparecchio costituisca una innovazione negli impianti di posta pneumatica, poichè, per quanto risulta, non si hanno di esso esempi negli impianti in Italia e all'estero.

Il tipo degli *apparecchi di scambio* (*a ventola*) su accennati è sostanzialmente costituito da un tubo biforcato facente capo a due diverse tubazioni nel cui interno è imperniata, in corrispondenza alla biforcazione, una ventola doppia, che nelle sue due posizioni estreme permette il transito della spoletta per l'una o per l'altra via.

Il tipo di *scaricatore* impiegato nell'impianto in questione è particolarmente adatto per essere collegato a condutture orizzontali situate nella parte alta dei locali e a tale scopo è provvisto di un tubo posto fra i rami della biforcazione, per mantenere la circolazione dell'aria nella linea quando l'apparecchio è disposto per lo scarico e per facilitare al tempo stesso la deviazione delle spolette nel tubo di calata.

La ventola è poi azionata a mezzo relais da un pulsante posto nel centralino. Il circuito di comando è tale che la ventola si dispone per lo scarico della spoletta nella stazione dove l'apparecchio è installato all'atto del comando del pulsante e ritorna nella posizione normale di via diretta solo quando la spoletta, giungendo alla stazione stessa, distacca momentaneamente un tasto a molla contenuto in una scatoletta fissata al tubo di calata, mentre l'accensione di una lampadina nel centralino segnala la regolare inserzione del relais di manovra della ventola. Può usarsi anche un dispositivo che segnali la regolare manovra della ventola oltre che del relais.

Il tipo d'*inseritore* adottato, analogo allo scaricatore, senza il tubo su accennato, può essere comandato a mano aprendo lo sportello di spedizione collegato meccanicamente alla ventola, oppure elettricamente a mezzo pulsante.

Col comando elettrico può essere impiegato anche un circuito munito di un sistema di blocchi tale da evitare inceppamenti delle spolette negli inseritori causati: da irregolare manovra dello sportello di spedizione; dal passaggio per l'inseritore, all'atto della spedizione di una spoletta, di un'altra spoletta in marcia nella tubazione; dalla apertura contemporanea di più sportelli della stessa linea.

Essi consistono rispettivamente: in un blocco pneumatico, per ottenere a mezzo del pulsante di comando anche l'apertura dello sportello di spedizione, che si richiude

solo quando la spoletta, producendo il distacco momentaneo di un tasto a molla, abbia oltrepassato l'inseritore; di un blocco elettromagnetico od elettropneumatico tale che una spoletta in marcia nella tubazione faccia interrompere il comando dell'inseritore quando essa sia prossima ad attraversarlo e lo ripristini quando lo abbia oltrepassato e di un blocco elettrico tale che il comando di spedizione da una stazione faccia interrompere, per il tempo in cui lo sportello resta aperto, i circuiti di comando di tutte le altre stazioni della stessa linea.

I detti apparecchi vengono manovrati preferibilmente a mezzo relais elettropneumatici che immettono aria compressa in un cilindro a stantuffo che aziona la ventola, ottenendosi così un funzionamento più sicuro che con l'adozione di relais elettromagnetici.

La rete dell'aria compressa, che per svariati usi è installata anche in piccole Officine, può servire a fornire il limitatissimo quantitativo d'aria necessario, che altrimenti potrebbe anche essere fornito da apposite condutture alimentate da un piccolissimo compressore o anche da una bombola d'aria compressa in ciascuna stazione intermedia.

Per garantire poi il regolare funzionamento degli apparecchi di scambio, evitando che essi possano essere manovrati quando la pressione d'aria nelle condotte sia insufficiente, può usarsi convenientemente un particolare interruttore automatico a mercurio a pressione minima d'aria, posto nella stazione centrale, che serve ad interrompere il circuito di manovra dei relais quando la pressione dell'aria si abbassa oltre un certo limite necessario al regolare funzionamento degli apparecchi e a ripristinarlo quando questa risalga oltre il limite stesso. Con questo apparecchio, di costo limitato, che indica anche la pressione dell'aria della condotta, si evita l'impiego di un più costoso interruttore automatico a funzionamento elettromagnetico.

Tale interruttore non è necessario quando gli scaricatori siano muniti del citato dispositivo per la segnalazione della loro regolare manovra.

Il vantaggio di questo sistema di p.p., come si è già osservato, è quello di ridurre notevolmente le spese d'impianto e di esercizio diminuendo il numero delle linee, che collegano, ciascuna, diverse stazioni.

In un impianto già esistente, anche del tipo ordinario, con l'impiego dei citati apparecchi di scambio si ha inoltre la possibilità di aumentare il numero delle stazioni con una spesa limitata di tubazioni e senza aumento nel macchinario di circolazione d'aria, inserendo le stazioni aggiunte nelle linee esistenti o comunque collegandole con brevi prolungamenti delle linee stesse.

II. — Descrizione dell'impianto

La configurazione generale dell'impianto risulta dall'annessa pianta dell'Officina dove è indicato l'andamento planimetrico delle varie linee di servizio delle spolette e l'ubicazione del locale del macchinario di aspirazione d'aria (*M*), della stazione o cabina centrale (*C*), delle due stazioni sussidiarie di smistamento (*P* e *UCL*) e delle Stazioni (*S*) distribuite in vari punti dell'impianto.

1. — Linee di servizio delle spolette.

Come si è detto, per la circolazione delle spolette sono state adottate per ciascuna delle 15 *linee, due tubazioni d'ottone* (andata e ritorno) della *sezione di mm.* 50 × 52,

con *raggio minimo delle curve di mm*. 1800. Dalla planimetria anzidetta si rileva che le 10 linee, che fanno capo al centralino *C*, sono collegate a varie stazioni situate nei locali di lavorazione e due di esse terminano a due stazioni di smistamento poste una (n. 13) nella Portineria dell'Officina (*P*) a cui fanno capo altre due linee, l'altra (n. 30) nell'Ufficio Centrale del Lavoro (*UCL*) a cui fanno capo altre tre linee di cui due in serie (con un unico percorso d'aria).

PROSPETTO I.

Stazioni di smistamento	Linee e stazioni estranee	Stazioni intermedie	Lunghezza di linea fra il centralino e le rispettive stazioni
Centralino	1	—	34
»	3	4	95 – 70
»	6	7 – 8	143 – 108 – 121
»	10	11	135 – 114
»	13	14	173 – 139
»	16	18	111 – 106
»	21	22	129 – 104
»	25	26	56 – 41
»	28	—	30
»	30	—	51
13 (P)	40	—	51
»	41	—	6
30 (UCL)	31	—	15
»	32	—	33
»	33	—	24

Nel prospetto I sono specificate le varie linee e le rispettive stazioni estreme contrassegnate con lo stesso numero, le stazioni intermedie ad esse collegate e le lunghezze dei tratti di linea compresi fra il Centralino e le rispettive stazioni.

Nel prospetto II sono poi indicati gli Uffici e le lavorazioni serviti dalle singole stazioni.

Dalla planimetria si rileva pure che la linea n. 16 nell'ultima parte del suo percorso sale al piano superiore dove è situata la stazione n. 18 per ridiscendere poi alla stazione n. 16, e che la linea n. 41 è disposta verticalmente per collegare alla stazione di smistamento n. 13 la portineria dell'Ufficio di dirigenza posta al piano superiore.

Le varie tubazioni sono costituite da tubi diritti o ricurvi attestati e collegati a mezzo manicotti, pure d'ottone, da mm. 52 × 55 × 100, saldati a stagno, così da assicurare in modo economico un collegamento rigido, assolutamente ermetico e di facile smontaggio. Esse si appoggiano in generale a mensole di ferro fissate ai muri e alle colonne dei vari locali, munite di sopporti di legno che permettono il facile smontaggio anche di una sola tubazione.

PROSPETTO II.

STAZIONI	UFFICI E LAVORAZIONI DA ESSE SERVITI
Centralino	Impiegati addetti alle marcature e registrazioni — Tecnici dei collaudi — Capo Tecn. 1° Riparto — S. C. Tecn. Mot. Trazione — S. C. Tecn. Mont. Elett.
1	C. Squadra Manovali — Mont. motori di trazione — Mont. avancorpi, cofani, ripari — Verniciatura — Rip. trolley — Rip. cavi.
3	Rip. avvolgimenti motori di trazione.
4	Rip. collettori — Rip. trasformatori — Rip. piccoli avvolgimenti — Sabbiatura.
6	Torni in genere — Torni ruote — Tracciatura — Sistemaz. e Manutenz. Imp. Elettr. e Macchinari.
7	Attrezzeria N. 1 — Pialle, strozzatrici, limatrici — Rettificatrici.
8	S. C. Tecn. Torneria — Fresatrici — Trapani.
10	C. Tecn. 2° e 3° Riparto — Rip. Attrezzi — Smont. Locom. — Rip. boccole e cuscinetti.
11	S. C. Tecn. Mont. Mecc. — Alesatura in opera cuscinetti — Mont. organi di sospensione movimento e freno — Rip. timoneria freno e sospensione — Rip. biellismo.
13	Portineria — Infermeria — Refettorio.
14	S. C. Tecn. Fucine, Sald. autogena e Rip. parte meccanica locom. — Fucinatura e tempera.
16	Mont. e Rip. tubazioni, Mont. rubinetteria F. W. — Rip. tubi per cavi — Mont. cannette lubrificazione e sabbia — Rip. interrutt. e valvole A. T. — Rip. banchi di manovra — Rip. rubinetteria F.W.
18	Lavorazione isolanti
21	S. C. Tecn. caldareria — Rip. telaio — Rip. cabina — Rip. avancorpi, cofani, ripari — Rip. cassoni reostato — Rip. elementi reostato — Pulizia telaio.
22	S. C. Tecn. Rip. Appar. Elett. — Attrezzeria N. 2 — Rip. e mont. organi del telaio — Rip. motopompe e ventilatori — Rip. compressori — Stagnai.
25	Mont. Mecc. apparecchiatura — Mont. conduttori elettrici.
26	Smont. e Mont. Statori e Rotori M. T. — Rip. Apparecchi di misura.
28	Rip. controll. — Rip. Portaspazz. — Rip. cavallini — Rip. Quadri — Rip. Mecc. M. T. — Torni M. T.
30	Ufficio Centrale del Lavoro — C. Tecn. coordinazione del lavoro.
31	Magazzino scorte.
32	Falegnami.
33	Saldatura autogena — Fusione metallo bianco.
40	Tecnici IV Riparto.
41	Uffici

I vari fasci di esse sono poi disposti di regola in un piano verticale col vantaggio di non recare ingombro in aggetto e di presentare un aspetto estetico.

L'attraversamento del piazzale della linea n. 30 è invece sotterraneo, in apposito cunicolo di cemento armato ad *U* con coperchio superiore per eventuali revisioni.

Poichè non vi sono tubazioni in rettilineo di lunghezza eccessiva non si è reso necessario includere in esse giunti di dilatazione, provvedendo a tale incarico le tubazioni curve distribuite in vari punti dell'impianto.

Tutte le tubazioni sono poi state verniciate in colore grigio chiaro allo scopo di proteggerle dall'ossidazione, di dare ad esse un aspetto uniforme e facilitare al tempo stesso la loro pulizia.

Un complesso assai caratteristico di tubazioni è quello che si diparte dal cielo della cabina centrale divaricandosi in alto a ventaglio (fig. 5) per formare poi i fasci di tubi, che si estendono per tutta l'Officina.

Fra questi interessante per ampiezza e per regolarità di linee è quello che, sormontato dal grosso tubo d'aspirazione d'aria a cui si è accennato, scorre lungo il

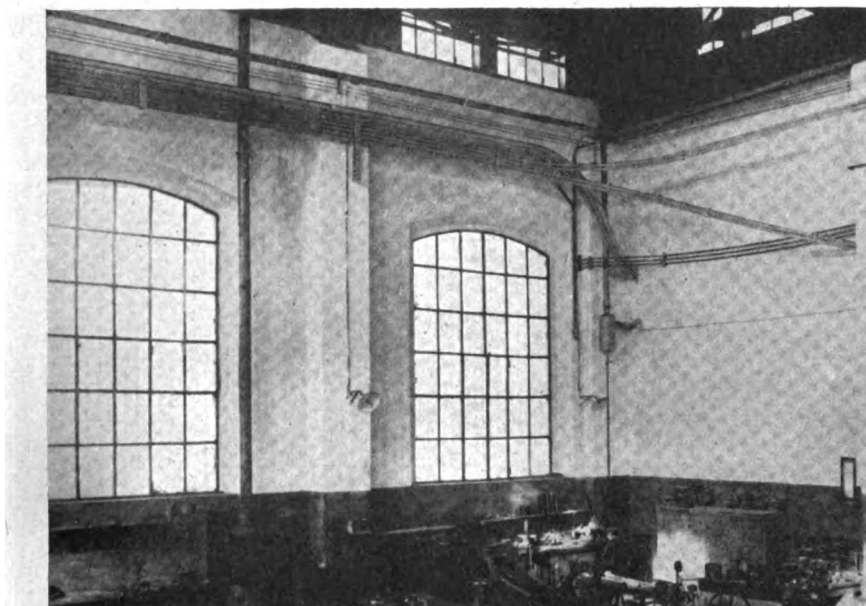



Fig. 2. — Fascio di tubazioni nel locale del montaggio dei locomotori.

colonnato e una parete frontale del 2° capannone, facendo quasi da cornice argentea al suggestivo insieme che riproduce uno dei più caratteristici riparti di lavorazione dell'Officina (fig. 1).

Altro fascio notevole di tubazioni, con la stessa disposizione verticale, è poi quello del 1° capannone, che si separa in fondo, come dal tronco i rami, nelle singole linee (fig. 2).

Interessante ed estetico è inoltre l'attraversamento aereo, senza sostegni intermedi, per una lunghezza di m. 21 fra il 1° e il 2° capannone (fig. 3), consistente in un fascio di 7 tubi d'ottone da mm. 50 × 52, di cui uno per contegno dei conduttori elettrici per il comando degli apparecchi di scambio, con un tubo di ferro del diametro di mm. 100 per il servizio d'aspirazione d'aria della stazione di smistamento n. 13, sostenuto da una fune metallica e contravventato nel senso orizzontale da quattro funi metalliche (due da ogni parte) in modo da costituire un'insieme rigido, che ha resistito anche a fortissimi venti senza manifestare oscillazioni.

Questi esempi mostrano all'evidenza come un'appropriata disposizione delle linee aeree della posta pneumatica, anzichè uno sgradevole ingombro, conferisca piuttosto una nota di vivace originalità ai locali di lavoro.

2. — Impianto di aspirazione d'aria.

Come si rileva dalla pianta annessa, il locale del macchinario di aspirazione d'aria è situato nel 2° capannone dell'Officina, a poca distanza dalla cabina centrale.

Per il fatto di essere sotterraneo, però asciutto e ventilato, non limita la già scarsa disponibilità dei locali di lavorazione ed ha reso anche possibile di adottare per l'aspirazione un aspiratore centrifugo ad unica girante, di costo limitato, il cui rumore abbastanza forte quasi non si avverte nel soprastante capannone di lavorazione.

In detto locale (m. 2,5 × 4,6) è impiantato per l'aspirazione d'aria necessaria al servizio della p. p. un *motore elettrico trifase* a campo rotante con l'avviamento in corto circuito (Volt 110 per 16,7 giri 960 al 1′) della potenza di circa HP 13,5, che aziona a mezzo di quattro cinghie trapezoidali e pulegge a gola un *aspiratore centrifugo* ad unica girante (diam. mm. 600, largh. mm. 35) che compie circa 3900 giri al 1′.

Dal prospetto III possono rilevarsi le caratteristiche fondamentali del suddetto gruppo elettroaspiratore, avvertendo che per il servizio normale dell'impianto esso funziona con una portata media di m^3 1600 all'ora, depressione di mm. 830 e KW 7,4 di potenza assorbita.

Prospetto III.

Portata m 3/h	Depressione in mm. d'acqua	Giri al 1′	Potenza assorbita in KW cos φ 0,85
0	790	3900	4,4
450	810	»	5,2
900	830	»	6 —
1350	840	»	6,8
1800	820	»	7,6
2250	810	»	8,6
2700	780	»	9,7
3150	690	»	11,1
3600	600	»	13,2

L'aria aspirata, da esso soffiata contro gli avvolgimenti del motore attraverso un'apertura praticata sulla carcassa, viene utilizzata per il loro raffreddamento.

Il motore può essere azionato dalla cabina centrale a mezzo interruttore tripolare a coltelli, mentre per ragioni di sicurezza, in caso di revisione del macchinario, è installato nel locale anzidetto un altro interruttore analogo.

In esso è pure disposto un *indicatore ad acqua della depressione d'aria* alla bocca d'aspirazione del ventilatore.

La disposizione del macchinario e gli accessori suindicati nel locale stesso risulta chiaramente dalla fig. 4 nella quale è visibile una parte del *tubo principale di aspirazione* con apposita camera per il filtro d'aria e la ventola di regolazione.

Il tubo suddetto, che si diparte dalla bocca di aspirazione del ventilatore, è in lamiera di ferro (diam. mm. 300, lungh. ml. 10) ed è collegato all'altra estremità ad

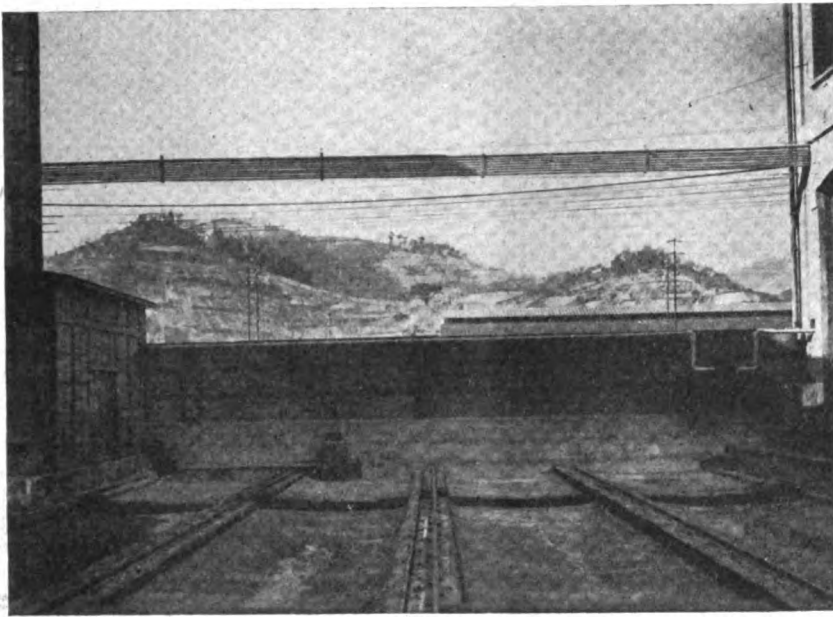



Fig. 3. — Attraversamento aereo di un fascio di tubazioni con sospensione funicolare

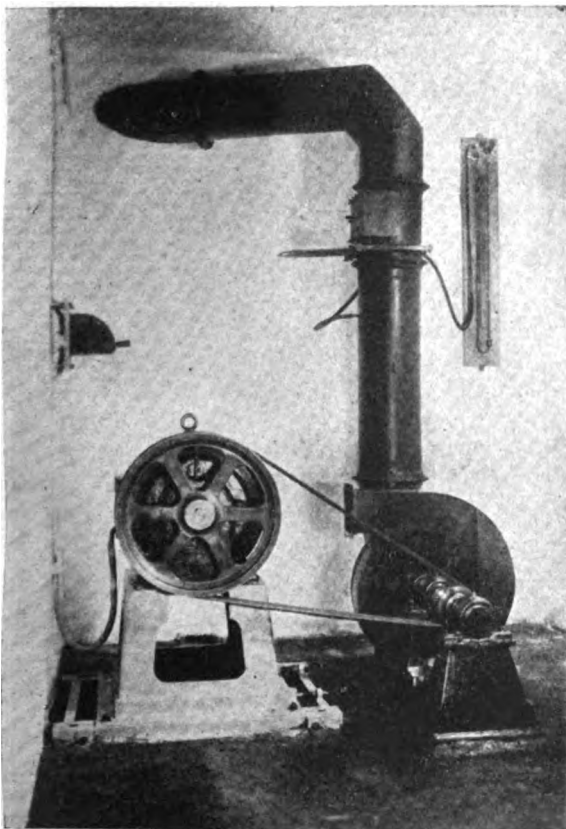



Fig. 4. — Macchinario di aspirazione d'aria.

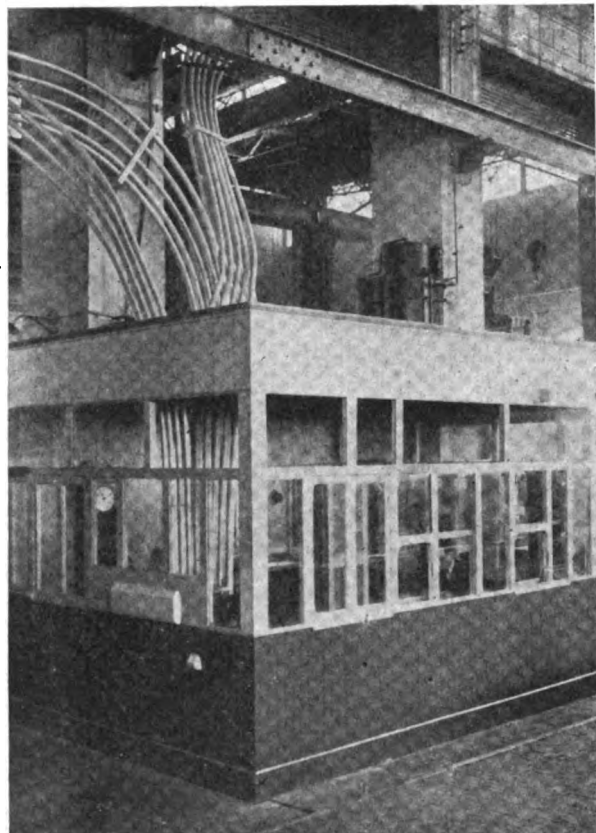



Fig. 5. — Vista esterna del centralino e dei fasci di tubazioni che da esso si diramano.

un collettore principale, cilindrico (diam. mm. 600, lungh. mm. 1580) posto a fianco della cabina centrale e visibile nella fig. 8.

Da detto collettore si dipartono poi due tubi di ferro zincato, di cui uno del diametro di mm. 100, lungo ml. 173, che segue l'andamento delle tubazioni di linea appoggiandosi alle stesse mensole, è collegato al collettore cilindrico (diam. mm. 350, lungh. mm. 800) della stazione sussidiaria di smistamento N. 13 e l'altro del diametro di mm. 65, lungo m. 43 con percorso in parte sotterraneo nello stesso cunicolo dove è installata la linea N. 30, è collegato al collettore cilindrico (diam. mm. 300, lungh. mm. 500) della stazione di smistamento N. 30.

Le tubazioni d'aria anzidetta, di cui, come si è già osservato, quella da mm. 100 è in parte visibile nelle figg. 1, 2, 3, sono indicate anche nella planimetria generale.

I vari tratti di tubo sono tra loro innestati e saldati a stagno nella sezione d'innesto per ottenere un collegamento rigido, ermetico ed economico.

Anche dette tubazioni d'aria (come quelle per il servizio delle spolette e per lo stesso motivo) e i collettori a cui fanno capo, sono stati verniciati in colore grigio chiaro.

3. — Centralino principale.

La planimetria generale mostra come esso sia situato in una posizione centrale dell'impianto.

È costituito da una cabina in legno (m. 4 × 3 alta m. 3) con vetrate su tre lati, annessa ad analoga cabina del C. Tecnico del Riparto elettricisti (vedi fig. 5 che ne rappresenta l'esterno).

Nell'interno della cabina sono disposti in vicinanza ad una parete gli *apparecchi di spedizione* di cui n. 9 costituiti ciascuno di un tubo di ottone da mm. 50 × 52 con svasatura estrema, (costituente la bocca di spedizione) che si collega in alto alle tubazioni di andata delle singole linee. Per la linea N. 30 la bocca di spedizione affiora sul tavolo sottostante alle altre bocche e si prolunga in basso collegandosi alla tubazione di andata della linea stessa. Ciascuna bocca di spedizione è poi munita di sportello di cuoio con chiusura a molla, mentre in vicinanza della bocca stessa si diparte un tratto di tubo orizzontale, che affiora all'esterno della cabina (attraverso alla parete) per l'aspirazione dell'aria. Nella fig. 5 sono visibili i ripari delle bocche di aspirazione anzidette. Questo provvedimento è stato adottato per ottenere l'aspirazione dell'aria, che serve per il trasporto delle spolette, dall'esterno anzichè dall'interno della cabina, ciò che offre il vantaggio di non raffreddare l'ambiente nella stagione invernale e comunque di non provocare una fastidiosa ventilazione, e principalmente di evitare che l'aria calda della cabina nella stagione invernale, aspirata nelle tubazioni, possa provocare in esse una condensazione di vapore acqueo, che pregiudichi il regolare servizio delle spolette.

Fra le bocche di spedizione e il tavolo degli impiegati addetti alla marcatura, registrazioni e alle spedizioni delle spolette, è situato verticalmente il *quadro dei comandi e segnalazioni*, costituito da una lastra di carta bachelite (mm. 260 × 795) contornata di angolari di ottone su cui sono fissati i pulsanti di comando degli apparecchi di scambio (scaricatori) delle stazioni intermedie di linea, mentre a fianco di cia-

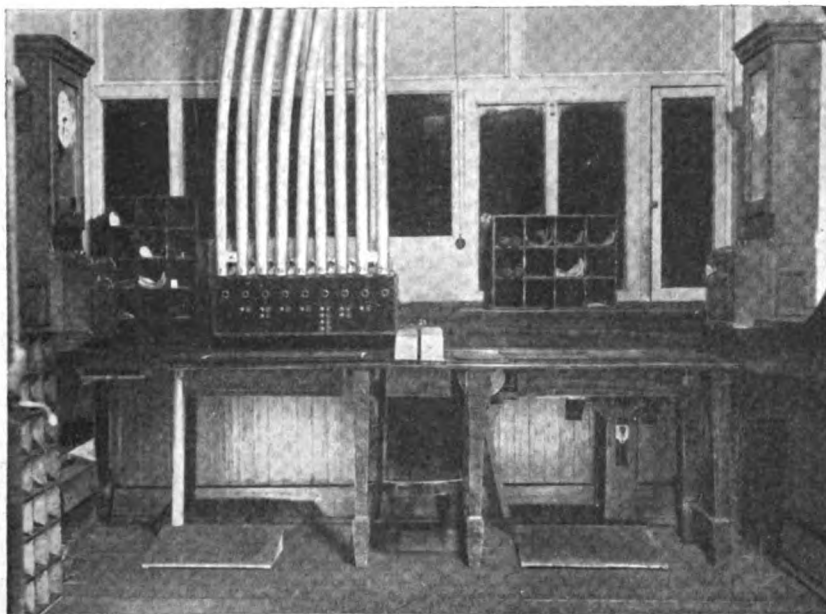



FIG. 6. — Centralino (Interno) - Apparecchi di spedizione e quadro dei comandi e segnalazioni.

scuno di essi si trova una lampadina bianca, che si accende per tutta la durata del transito di una spoletta dal centralino alla stazione intermedia destinataria.

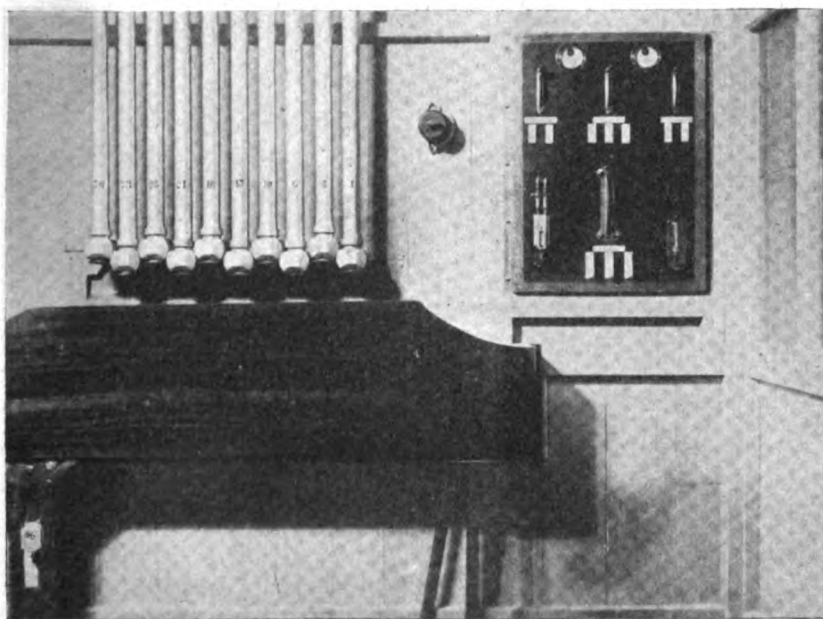



FIG. 7. — Centralino (Interno) - Apparecchi di arrivo e quadro dei circuiti elettrici.

Altre lampadine rosse al disopra dei tasti e in corrispondenza alle varie bocche di spedizione segnalano poi con la loro accensione l'eventuale arresto di spolette nelle rispettive linee, per poter provvedere ad ovviare tempestivamente all'inconveniente.

A portata di mano degli impiegati seduti al tavolo anzidetto vi sono poi i due orologi registratori per la marcatura delle tessere.

L'insieme degli apparecchi di spedizione, del quadro dei comandi e segnalazioni e degli orologi registratori è chiaramente visibile nella fig. 6 dove possono rilevarsi i vari particolari su accennati, il tavolo per gli impiegati con lo schedario per le tessere incassato nella parte centrale, e le varie scaffalature per la conservazione dei documenti.

In prossimità della parete adiacente senza vetri sono invece disposti gli *apparecchi di arrivo* (N. 10) delle linee N. 1, 3, 6, 10, 13, 16, 21, 25, 28 e 30 visibili nella figura 7.

È stato per essi adottato, dopo una serie di esperienze, un tipo in lastra di ottone saldata, a camera d'aspirazione di forma pressochè cubica, con sportello in cuoio e chiusura a molla. Ciascuno di essi è fissato all'estremità della tubazione di ritorno della linea corrispondente, che scende verticalmente dall'alto lungo la parete stessa.

Da ciascuno di detti tubi, estremità di linea, partono due altri tubi; uno orizzontale in prossimità dell'apparecchio d'arrivo e l'altro a circa un metro e mezzo prima di esso, che si ripiega ad arco verso il basso, tubi che attraverso la parete si riuniscono all'esterno per raccordarsi ad un foro praticato sul collettore principale (figura 8).

L'insieme dei due tubi suddetti costituisce *un ammortizzatore a derivazione d'aria,* che serve ad attutire la violenza delle spolette che giungono al centralino. La regolazione di ciascun ammortizzatore è fatta a mezzo di diaframma con foro di diametro opportuno inserito all'imbocco del tubo orizzontale in vicinanza dell'apparecchio d'arrivo.

Un sistema di *due nastri trasportatori e scivolo* serve poi per trasportare le spolette in arrivo fino a portata di mano degli impiegati addetti alla registrazione, marcatura e spedizione. Di tali nastri di tela (larghi mm. 192), uno disposto orizzontalmente lungo la parete al disotto degli apparecchi di arrivo, abbraccia due rulli d'estremità ed è mantenuto in tensione da un sistema di altri rulli, mentre un *motorino elettrico* (esterno alla cabina) collegato a mezzo ingranaggi ad uno dei rulli di guida dà il moto al nastro stesso.

Altro nastro trasportatore analogo al precedente e da questo azionato a mezzo cinghia è sistemato orizzontalmente lungo la parete dove si trovano gli apparecchi di spedizione ma però più in basso in modo da ricevere dal primo le spolette. Da questo vengono poi a cadere su uno scivolo, da cui giungono sulla parte anteriore del tavolo a portata di mano degli impiegati. Nelle figg. 6 e 7 si vedono soltanto i ripari dei due nastri trasportatori, i supporti dei loro rulli di tensione e l'estremità dello scivolo dove le spolette pervengono.

Di fianco agli apparecchi di arrivo è fissato alla parete il *quadro principale dei circuiti elettrici,* di carta bachelite (mm. 790 × 595 × 30) con cornice di angolari di ottone e fra detto quadro e gli apparecchi stessi vi è un interruttore a rotazione per l'inserzione di una scaldiglia elettrica per il riscaldamento della cabina.

Sul quadro suddetto sono sistemati quattro interruttori a coltello, con le sole maniglie di comando e le valvole nella parte anteriore del quadro, di cui quello tripolare in basso serve per l'inserzione del motore dell'aspiratore, quello, pure tripolare, ad esso sovrastante, per l'inserzione del motorino dei nastri trasportatori, mentre degli altri due interruttori bipolari, a fianco di quest'ultimo, il primo serve per l'inser-

zione del circuito degli apparecchi segnalatori dell'arresto delle spolette nelle tubazioni e l'ultimo per l'inserzione del circuito dei relais degli apparecchi di scambio. In alto trovano posto poi due voltometri di cui uno per la corrente a bassa frequenza (16,7 per.) l'altro per quella a frequenza industriale (50 per.) delle quali l'Officina è dotata.

In basso, ai lati dell'interruttore tripolare, si trovano poi a sinistra un interruttore automatico a mercurio che si apre al cessare della depressione dell'aria nel

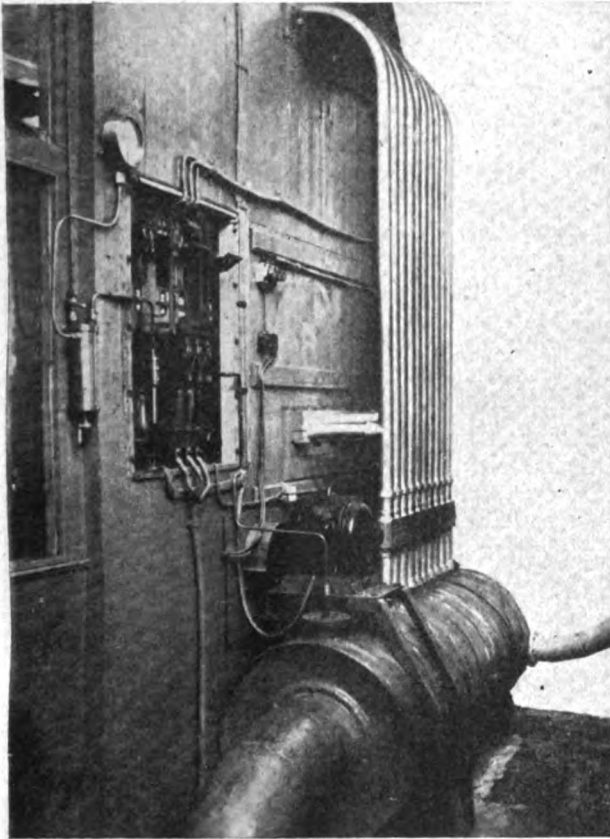



FIG. 8. — Centralino (Esterno) - Collettore principale e apparecchi accessori del centralino.

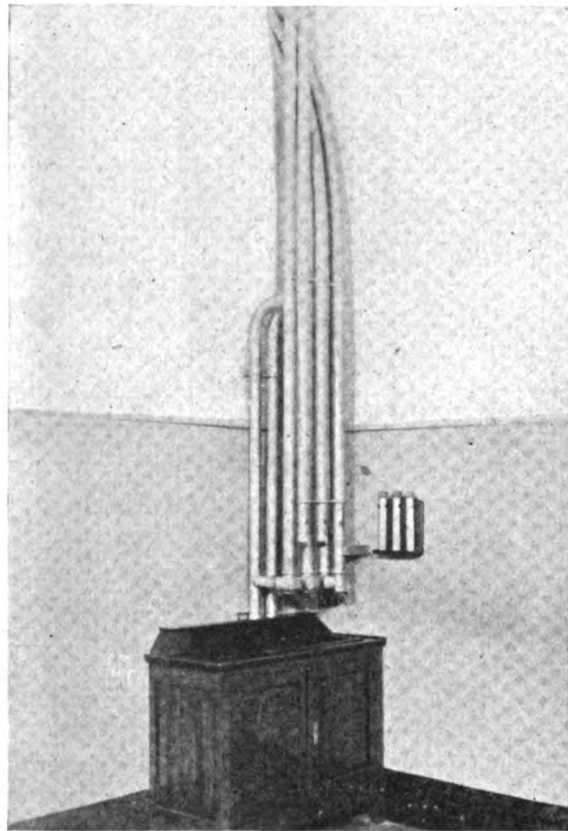



FIG. 9. — Stazione sussidiaria di smistamento con linee provenienti dall'alto nella portineria dell'Officina.

collettore principale interrompendo il circuito della segnalazione d'arresto delle spolette nelle tubazioni, e a destra l'interruttore automatico a mercurio a minima pressione di aria, a cui si è già accennato nella Parte I-3.

La parte posteriore del quadro, in un piccolo ambiente annesso alla cabina (fig. 8), normalmente coperta da un riparo di lamiera che non figura nell'illustrazione stessa, contiene i coltelli e i relativi contatti dei quattro interruttori a cui si è accennato, i vari collegamenti elettrici e la parte principale dell'interruttore automatico a minima pressione d'aria, visibile nella fig. 8 e vicino ad esso, fuori del quadro, si può osservare un piccolo serbatoio connesso al tubo dell'aria compressa per il funzionamento di tale apparecchio, provvisto di manometro e di rubinetti per il controllo e l'eventuale regolazione dell'interruttore automatico suddetto.

Sotto al quadro, da un lato, è visibile poi il motorino dei nastri trasportatori, a cui già si è accennato e in basso il collettore principale con gli attacchi al tubo prin-

cipale d'aspirazione dell'aria e a quello del diametro di mm. 100 che si collega all'altro estremo al collettore della stazione sussidiaria di smistamento n. 13, nella portineria dell'Officina.

Sopra al collettore si possono osservare il fascio dei 10 ammortizzatori a derivazione d'aria, a cui si è sopra accennato, che si collegano al collettore stesso attraverso gli *apparecchi segnalatori dell'arresto delle spolette* nelle tubazioni.

Nella camera di ciascun segnalatore trova posto anche un diaframma con foro di diametro opportuno, per rendere costante in tutte le linee la portata dell'aria e quindi la velocità media delle spolette.

Tutti gli apparecchi di spedizione e di arrivo anzidetti, gli ammortizzatori e segnalatori, nonchè le varie tubazioni all'interno della cabina sono state verniciate ad alluminio, ciò che conferisce a detti apparecchi e tubazioni un aspetto brillante ed estetico.

4. — STAZIONI DI SMISTAMENTO SUSSIDIARIE.

Queste, come si è detto, hanno lo scopo di collegare con una sola linea di servizio il centralino principale a ciascuno dei due gruppi di stazioni poste in fabbricati distanti dai capannoni principali di lavorazione evitando la spesa per l'installazione di diverse linee molto lunghe o sotterranee. Essendo d'altronde i locali dove sono installate dette stazioni di smistamento presenziati in permanenza da agenti addetti ad altri servizi, nessun onere importa il servizio di smistamento delle spolette nelle stazioni stesse.

La stazione n. 13, nella portineria dell'Officina, comprende il complesso degli apparecchi di spedizione e di arrivo fissati all'estremità delle linee, a cui è collegata, provenienti dall'alto del locale e il mobiletto di ricezione delle spolette, che nasconde dietro di sè il piccolo collettore d'aria già ricordato (fig. 9).

All'estremità delle due tubazioni della linea n. 13, collegata al centralino principale, è fissato un *unico apparecchio di spedizione e di arrivo* costituito dalla riunione dei due apparecchi singoli già descritti, e cioè di un apparecchio di spedizione con foro d'aspirazione, in prossimità alla bocca, in comunicazione diretta con una faccia della camera di aspirazione di un apparecchio di arrivo.

Gli apparecchi di spedizione e di arrivo delle altre linee (n. 40 e 41) affiancati all'apparecchio anzidetto sono invece indipendenti e simili a quelli descritti per il centralino principale, con ammortizzatori a derivazione d'aria, salvo che l'apparecchio di spedizione non è provvisto di tubo di presa d'aria all'esterno, in questo caso non necessario.

Per la regolazione della portata d'aria (o anche della velocità delle spolette) in ciascuna delle linee suddette è disposta nel tubo che le collega al collettore una valvola registrabile, mentre apposito diaframma è posto nel tubo orizzontale, collegato all'apparecchio d'arrivo, di ciascun ammortizzatore per la sua regolazione.

Il mobiletto in legno verniciato e macchiato, posto sotto le bocche d'arrivo, ha una cassetta incassata nel piano superiore per ricevere le spolette in arrivo e serve anche, oltre che a nascondere il collettore d'aria, come armadietto.

Di fianco, come rilevasi dalla fig. 9, è fissato al muro una rastrelliera con tre spolette.

La stazione n. 30 nell'Ufficio Centrale del Lavoro (UCL) è collegata al centralino principale con la linea n. 30 proveniente dal basso e con altre tre linee n. 31, 32 e 33, di cui le prime due disposte in serie (cioè ad unico percorso d'aria), provenienti tutte dall'alto e comprende, oltre gli apparecchi di spedizione e di arrivo delle linee anzidette, un *tavolo-scrivania* per un impiegato, che ha anche l'incarico del servizio della stazione stessa (fig. 10).

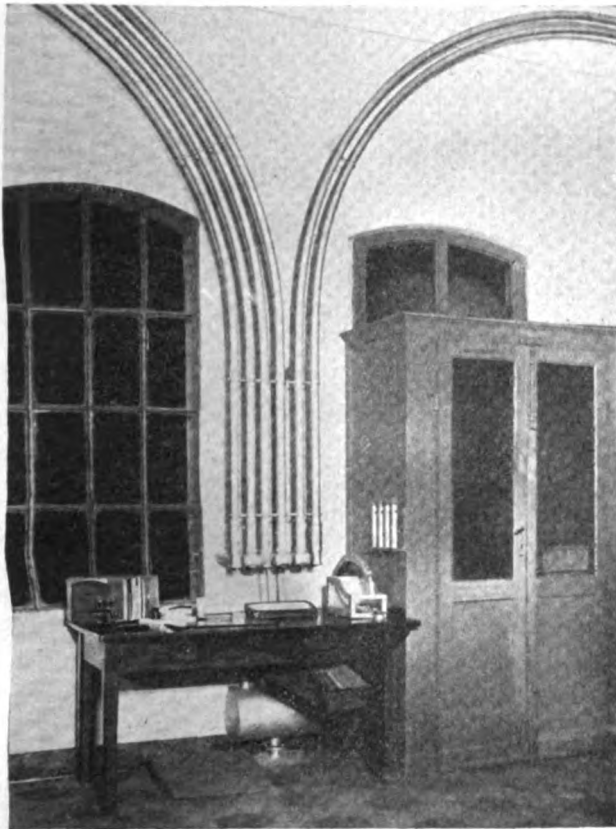



FIG. 10. — Stazione sussidiaria di smistamento con linee provenienti dall'alto e dal basso con scivolo nell'Ufficio Centrale del Lavoro.

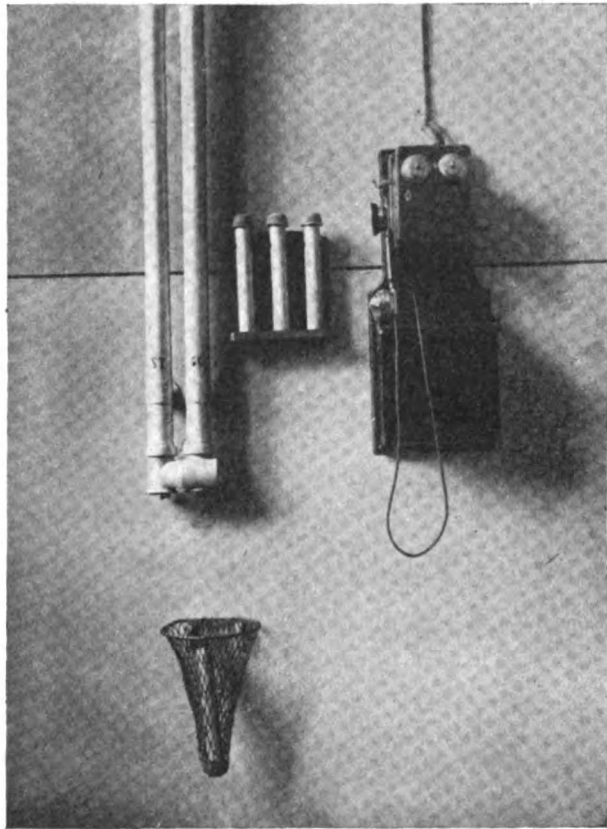



FIG. 11. — Stazione d'estremità di linea proveniente dall'alto, nell'Ufficio del Capo Tecnico dei Servizi Generali (IV Riparto).

L'apparecchio di spedizione della linea n. 30 è disposto, come quello del centralino principale della linea stessa, con la bocca che sporge di poco sul piano del tavolo ma col foro d'aspirazione presso la bocca stessa collegato alla camera d'aspirazione dell'apparecchio di arrivo, che è provvisto di scivolo, da cui le spolette cadono in apposita cassetta a vetri fissata sul tavolo.

Gli apparecchi di spedizione delle linee n. 31 e 33 con aspirazione dell'aria dall'esterno e quelli di arrivo delle linee n. 32 e 33 con ammortizzatore a derivazione di aria sono uguali a quelli del centralino principale già descritti, mentre quello di arrivo della linea n. 31 e spedizione della linea 32 (linee collegate in serie) formano un unico apparecchio binato come quello già descritto della linea n. 13 nella stazione della Portineria.

In analogia a quanto si è detto per la suddetta stazione di smistamento, si sono disposte, per il complesso delle due linee in serie n. 31 e 32 e per la linea 33, valvole

registrabili per la regolazione della portata d'aria (o velocità delle spolette) e appositi diaframmi per quella degli ammortizzatori.

Oltre a munire poi gli apparecchi di spedizione delle linee n. 31 e 33 di aspirazione dall'esterno si è resa anche necessaria l'adozione di speciali *dispositivi* alle due bocche di spedizione (rilevabili nella fig. 10 dall'ingrossamento del tubo vicino alle bocche stesse) *per la raccolta dell'acqua di condensazione,* prodotta nel primo tratto di tubazione, nella stagione invernale, per la bassa temperatura dell'aria aspirata dall'esterno quando si mischia a quella calda dell'interno del locale nel momento in cui viene aperto lo sportello di spedizione.

Le spolette in arrivo dalle tre linee suindicate cadono in una tramoggia sporgente sul piano del tavolo e a mezzo di scivoio giungono a portata di mano dell'impiegato.

La fig. 10 mostra anche il collettore d'aria, la rastrelliera con quattro spolette, l'arredamento del tavolo-scrivania e il fascio delle tubazioni fissate alla parete, che conferisce alla stazione stessa un aspetto caratteristico ed estetico.

I vari apparecchi, scivolo, collettore e tubazioni delle suddette stazioni di smistamento sono, come nel centralino principale, verniciati ad alluminio.

5. — Stazioni estreme.

È da osservare anzitutto che le due stazioni di smistamento, sopra descritte, possono considerarsi anche stazioni estreme rispettivamente per le linee n. 13 e 30 a cui sono fissati i corrispondenti apparecchi di spedizione e di arrivo, che già si sono descritti e che, come quelli di tutte le stazioni estreme, sono fra loro in comunicazione diretta costituendo un unico apparecchio (*S* 13) oppure sono tra loro collegati a mezzo tubo (*S* 30).

Delle rimanenti 13 stazioni d'estremità tutte, all'infuori della n. 41 (Uffici), hanno le linee provenienti dall'alto del locale, verticalmente o in curva.

Il tipo di apparecchiatura di queste è all'incirca identico (salvo che per la stazione n. 16) e corrisponde a quello indicato nella fig. 11 della stazione n. 40 nell'Ufficio del Capo Tecnico del IV Riparto (Servizi Generali) nella quale si vedono affiancati, in unione materiale e simbolica, gli apparecchi della posta pneumatica e del telefono: due moderni mezzi di comunicazione che si completano a vicenda.

La stazione stessa comprende i due tubi di calata delle tubazioni di andata e di ritorno alle cui estremità è fissato un apparecchio doppio di spedizione e di arrivo, come quello decritto per la linea n. 13 nella stazione di smistamento nella portineria. Al disotto della bocca di arrivo è fissata al muro una reticella di forma pressochè conica per raccogliere le spolette.

In prossimità è fissata una rastrelliera in legno per tre spolette del tipo già visto.

I tubi di calata e gli apparecchi sono verniciati in alluminio ed hanno stampigliato in vicinanza degli apparecchi stessi il numero della stazione (st. 40), come è stato praticato per tutte le altre stazioni estreme e intermedie.

Alcune stazioni a servizio di due locali diversi (n. 28 e 33) hanno l'apparecchio di spedizione e di arrivo in un'apertura praticata nel muro divisorio, in cui è posta, anzichè l'accennata reticella, una cassetta a vetri per la raccolta delle spolette in arrivo, e ciò per motivi di maggior visibilità e accessibilità dai due locali.

Per la stazione n. 16, che ha le tubazioni di calata verticali di una certa lunghezza (m. 10) perchè provenienti dalla parte alta del piano superiore, si è ritenuto opportuno l'impiego di un ammortizzatore a derivazione d'aria, per attutire la notevole violenza delle spolette in arrivo, costituito da un terzo tubo verticale lungo circa m. 1,400, posto fra le due tubazioni di calata, raccordato in alto con la tubazione di andata e in basso (in corrispondenza alla bocca di spedizione) con la tubazione di ri-

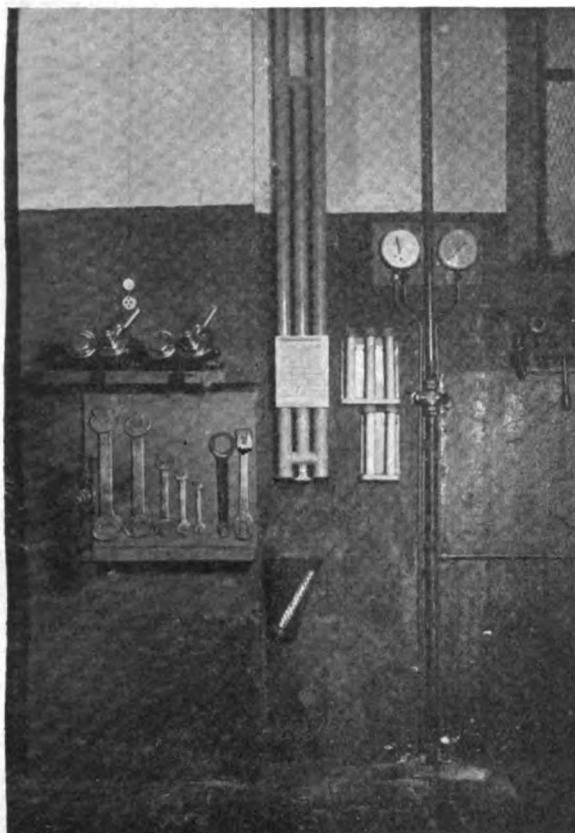



FIG. 12. — Stazione d'estremità di linea proveniente dall'alto, munita di ammortizzatore a derivazione d'aria.

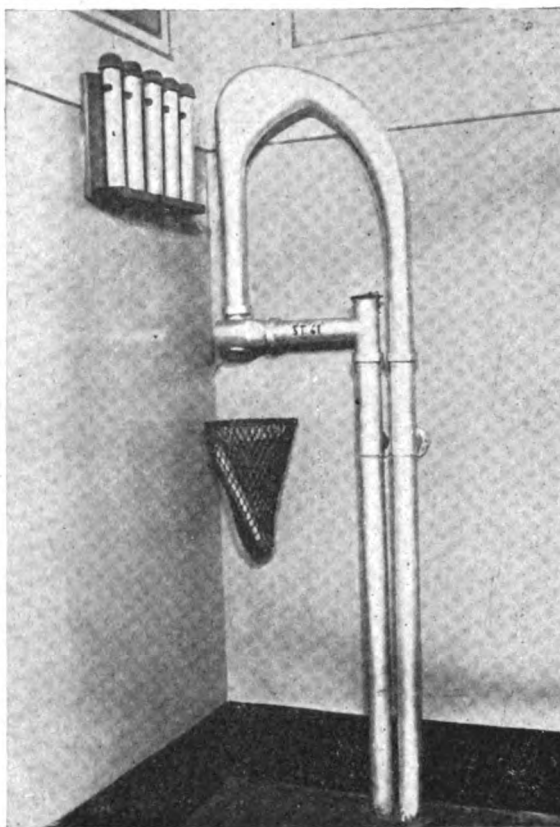



FIG. 13. — Stazione d'estremità di linea proveniente dal basso munita di curva stretta ovalizzata nella portineria degli Uffici.

torno, mentre in basso è pure in comunicazione con la tubazione di andata in corrispondenza alla bocca di arrivo, a mezzo di un foro, la cui apertura può variarsi con la rotazione della bocca stessa, per ottenere la voluta regolazione.

L'apparecchio di spedizione è simile a quelli delle altre stazioni estreme e quello di arrivo, mentre è provvisto della bocca rotante su accennata, è invece privo della camera di aspirazione d'aria.

La fig. 12, che rappresenta detta stazione, mette in evidenza anche il complesso estetico delle tubazioni provviste dell'ammortizzatore anzidetto, con una tabellina, fissata ai tubi stessi, dove sono indicate le squadre di lavorazione che debbono servirsi normalmente di detta stazione, mentre in vicinanza è visibile, oltre la reticella e la rastrelliera porta spolette, anche una parte dell'attrezzatura, e dei pezzi in lavoro della squadra di riparazione della rubinetteria del freno Westinghouse, presso

cui è sistemata la stazione, cosicchè l'illustrazione stessa è anche una chiara documentazione della posta pneumatica a servizio della lavorazione meccanica.

Caratteristica e interessante è poi la stazione n. 41 negli Uffici (fig. 13) con le tubazioni provenienti verticalmente dal basso, dal sottostante locale della Portineria, nella quale si è adottata una curva ovalizzata di piccolo raggio per consentire che le spolette anche a piccola velocità possano cadere nella reticella di raccolta, mentre l'impiego di uno scivolo avrebbe richiesto una velocità di arrivo sensibilmente elevata.

Simili a quelli già descritti per le linee provenienti dal basso sono poi i due apparecchi di spedizione e di arrivo fra loro raccordati da un tratto di tubo orizzontale.

Accessori della stazione, visibili nella fig. 13, sono la reticella e la rastrelliera a muro per 5 spolette.

Apparecchi e tubazioni sono verniciati ad alluminio.

6. — Stazioni intermedie

Apparecchi fondamentali di queste stazioni sono gli apparecchi di scambio, descritti nella parte I-3, che caratterizzano in modo particolare il sistema di p.p. adottato.

Come si è già detto, ciascuna delle stazioni stesse è munita di un *apparecchio scaricatore* adatto per linee orizzontali, inserito nella tubazione di andata per deviare e far giungere alla relativa stazione le spolette ad essa destinate.

Poichè nell'impianto in oggetto le tubazioni di linea sono ordinariamente disposte orizzontalmente nella parte alta dei locali si è ritenuto conveniente di adottare in tutte le stazioni intermedie (all'infuori della n. 18 dove la linea, verticale, passa per il posto di spedizione) l'*apparecchio inseritore,* a cui si è fatto cenno, anzichè deviare con percorsi sinuosi la tubazione di ritorno con gli inconvenienti già detti.

La stazione n. 18 rappresentata nella figura 14 è provvista pertanto del solo apparecchio scaricatore, mentre per le spedizioni al centralino è inserito nella tubazione di ritorno *uno speciale imbuto di forma pressochè conica ovalizzata,* munito di bocchetta con sportello di cuoio con chiusura a molla. Allo scopo di usare lo stesso tipo di scaricatore per tubazioni orizzontali, impiegato in tutte le altre stazioni intermedie, esso è stato disposto sulla tubazione di andata nella parte orizzontale in alto, prima del suo ripiegamento a mezzo tubo ricurvo ovalizzato (gomito) verso il basso, munendolo di apposito tubo di calata provvisto all'estremità svasata di sportello di cuoio con chiusura a molla. Sia lo scaricatore che l'imbuto di spedizione e il tubo curvo ovalizzato sono costruiti in lastra d'ottone, imbottita e saldata.

Nella fig. 14 oltre gli apparecchi suddetti sono visibili i relais di manovra dello scaricatore, con l'apposita resistenza elettrica, la reticella di raccolta delle spolette e la rastrelliera per tre spolette.

Tutte le altre 7 stazioni, con tubazioni di linea orizzontali nella parte alta dei locali, sono invece munite di entrambi gli apparecchi, scaricatore e inseritore (anch'esso in lamiera d'ottone imbottita e saldata), il primo montato sulla tubazione di andata e l'altro su quella di ritorno, provvisti ciascuno di tubo di calata con estremità svasata e chiusa da sportello di cuoio a molla come mostra la fig. 15, che rappresenta

una di tali stazioni (quella n. 7) munita di inseritore a comando elettrico, con blocco pneumatico per impedire che la manovra intempestiva dello sportello alla bocca di spedizione possa fare inceppare la spoletta spedita nell'inseritore stesso. L'illustrazione anzidetta mostra anche l'apparecchiatura elettrica della stazione stessa e cioè i due relais, col quadretto delle due resistenze relative, per la manovra degli apparecchi di scambio, la scatoletta, fissata al tubo di calata dello scaricatore, contenente il

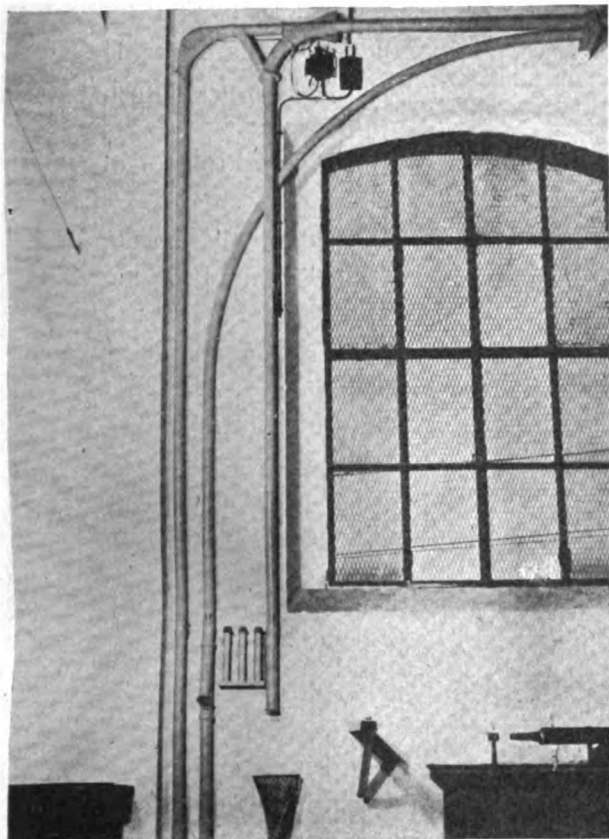



FIG. 14. — Stazione intermedia munita di solo scaricatore.

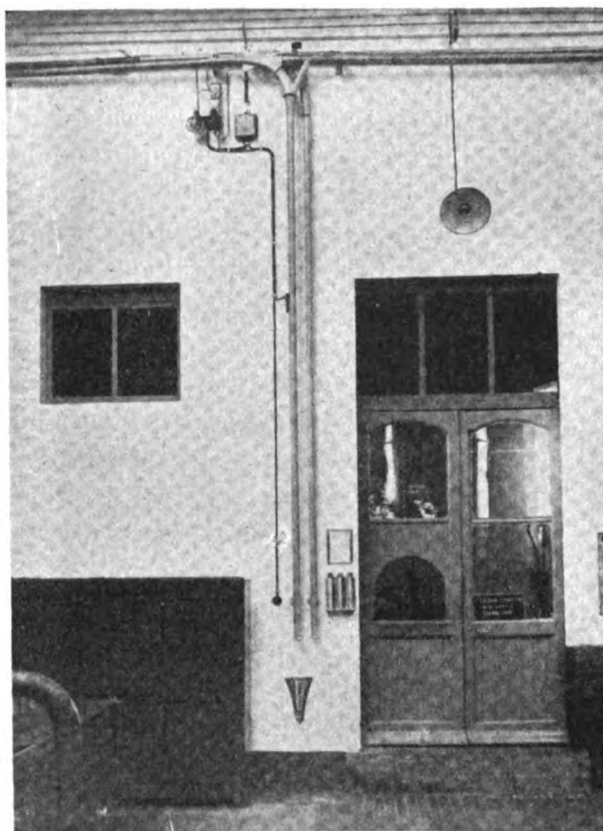



FIG. 15. — Stazione intermedia munita di scaricatore e di inseritore.

tasto a molla già ricordato, il pulsante per la manovra dell'inseritore e i collegamenti elettrici.

Non sono invece visibili, perchè dietro il tubo di calata dell'inseritore, il cilindretto a stantuffo per l'apertura dello sportello e il tubetto che lo collega a quello d'immissione d'aria nell'analogo cilindretto per la manovra dell'inseritore, e nemmeno si vede bene lo stesso inseritore, che è in parte nascosto dallo scaricatore.

Si possono inoltre notare gli accessori (reticella, rastrelliera, tabellina) simili a quelli già indicati per altre stazioni.

Fra i vari dispositivi di blocco, di cui possono munirsi gli inseritori, è stato in detta stazione previsto soltanto il blocco pneumatico per motivi di semplicità e di economia, pur osservando che il circuito completo con tutti i dispositivi di blocco a cui si è accennato nella parte I-3, impiegato con esito soddisfacente per lungo tempo in via di esperimento, è pur sempre utile e anzi indispensabile in impianti a traffico molto intenso.

7. — Apparecchiatura elettropneumatica.

Poichè, come si è osservato, si può praticamente assicurare un funzionamento più regolare degli apparecchi di scambio se manovrati ad aria compressa mediante relais elettropneumatici, anzichè direttamente da relais elettromagnetici, nell'impianto in questione ci si è attenuti al primo sistema. che forniva anche il vantaggio non indifferente di poter utilizzare, senza alcuna ulteriore spesa d'impianto, la rete di condutture ad aria compressa, distribuita nei vari locali di lavorazione, dove soltanto si avevano gli apparecchi di scambio, e specialmente quello di poter utilizzare per la loro manovra *relais elettropneumatici a campana*, provenienti dai locomotori trifasi, per cui era stata disposta la demolizione.

Si è reso pertanto necessario eseguire soltanto brevi collegamenti con tubetto di rame del diametro di mm. 8 × 5 fra le condutture d'aria compressa e gli appositi cilindretti a stantuffo per la manovra degli apparecchi suddetti. Analogo collegamento è stato pure fatto al Centralino principale per il funzionamento dell'interruttore automatico a mercurio a minima pressione d'aria.

Tenuto poi conto delle caratteristiche dell'energia elettrica disponibile per forza motrice (c. a. trifase 220 V. 50 per. e 110 V. 16,7 per.) si è adottata la corrente a frequenza industriale solo per il motorino dei nastri trasportatori, perchè questo si aveva disponibile, mentre per tutti gli altri servizi è stata prescelta la corrente a bassa frequenza avendosi pure disponibile il motore da HP 13,5 per l'azionamento dell'aspiratore e specialmente per utilizzare, senza alcuna spesa d'impianto, i relais elettropneumatici a cui si è sopra accennato.

Si è inoltre creduto bene di utilizzare per i comandi e le segnalazioni la stessa rete dei circuiti elettrici per la forza motrice, distribuita nei vari locali di lavoro, allo scopo di risparmiare le condutture principali di linea, ottenendo così una notevole economia, per quanto in linea rigorosamente tecnica, sarebbe stato preferibile avere per la p. p. circuiti indipendenti da quelli degli altri servizi, e a bassa tensione.

Comunque, dovendosi così utilizzare la corrente disponibile senza trasformazione, la tensione non elevata di 110 V. risultava ancora senza inconvenienti per i comandi a pulsante data la piccola intensità di corrente assorbita dai relais.

Però, per quanto limitati ai soli conduttori di comando, e ai collegamenti fra gli apparecchi e la linea principale, è riuscito nondimeno notevole lo sviluppo dei conduttori elettrici lungo il percorso delle tubazioni dal Centralino principale alle varie stazioni intermedie e l'impiego di essi per i circuiti di comando degli inseritori in dette stazioni.

Per tali usi, in considerazione della limitata intensità di corrente (circa 1,4 Amp.) per l'azionamento di un relais elettropneumatico, si è adottato un tipo di conduttore della sezione di mm.^{2} 1,37 isolato in gomma e protetto con treccia di cotone.

I vari conduttori di comando sono stati poi disposti lungo le tubazioni aeree su piccoli isolatori di porcellana fissati alle stesse mensole di sostegno dei tubi. Nell'attraversamento, già ricordato, fra il 1° e il 2° capannone essi sono stati collocati in un tubo d'ottone uguale a quelli per la circolazione delle spolette.

Per l'alimentazione del motore dell'aspiratore attraverso l'interruttore principale, nella cabina centrale, si è usato un cavo tripolare sotto piombo in treccie di rame della sezione di mm.^{2} 22 ciascuna.

Poichè i relais elettropneumatici a campana provenienti dai locomotori funzionavano a 80 Volt, si è dovuto per ciascuno di essi disoprre una *resistenza elettrica* in serie, visibile nelle illustrazioni delle stazioni intermedie. Essendosi trovato più pratico, per le piccolissime dimensioni d'ingombro e perchè di più facile fornitura, in caso di ricambi, utilizzare *lampadine di segnalazione a bassa tensione* (6 volt) si è dovuto mettere in serie una resistenza elettrica per ciascuna di esse, che si è trovato conveniente disporre in corrispondenza alle bocche di aspirazione delle tubazioni di circolazione delle spolette, venendo così tali resistenze raffreddate dall'aria aspirata.

Circa le altre varie apparecchiature elettriche nel Centralino principale (quadri interruttori, strumenti) si è poi già avuto occasione di riferire.

8. — Spolette e accessori relativi.

Come spoletta normale per la trasmissione degli ordinativi di lavoro è stato adottato un *tipo con guaina di tubo di celluloide* da mm. 35 × 37 lunghezza utile mm. 240 con testa di feltro compresso e molla interna di fissaggio dei documenti, del peso complessivo di gr. 115 che, come già è stato detto, permette di rilevare per trasparenza il gruppo di lavorazione a cui l'ordinativo appartiene, o comunque l'indirizzo del destinatario, evitando quindi l'impiego di spolette costose con l'indicazione di destinazione e anche le necessarie operazioni per tale specificazione.

Per la trasmisione dei documenti fra l'Ufficio di dirigenza, l'Ufficio Centrale del Lavoro e i Riparti d'Officina sono però state adottate anche spolette di maggiori dimensioni, di vari tipi, alcune con chiusura a chiave.

Le reticelle, a cui si è fatto cenno, in uso quasi generale nelle varie stazioni per la raccolta delle spolette in arrivo, sono costruite in spago ritorto (forzino) verniciate e legate alla bocca ad un anello d'ottone del diametro di mm. 200. In casi speciali, come si è osservato, si sono usate invece allo stesso scopo cassette colle pareti di vetro.

Per la conservazione delle spolette si è poi trovato pratico l'impiego di *rastrelliere* di legno con mollette curve di fissaggio che trattengono le spolette in posizione verticale con la testa in alta, come si rileva da varie illustrazioni delle stazioni.

III. — Esecuzione, collaudo e funzionamento. Economie raggiunte e considerazioni sull'impianto

1. — Progetto ed esecuzione.

L'impianto, quale è stato sopra descritto, è stato naturalmente in un primo tempo oggetto di uno studio particolare in seguito al quale si addivenne alla compilazione del progetto e alla esecuzione dei numerosi disegni generali e di dettaglio per la costruzione dei singoli pezzi e per il loro montaggio.

Questo lavoro di progettazione ha poi subito successivamente numerose modifiche in seguito ad esperienze fatte su apparecchi e dispositivi campione, cosicchè quando si iniziò la costruzione dei vari pezzi si poterono dare agli operai disegni costruttivi in tutti i loro dettagli per l'esecuzione del lavoro in serie.

L'esecuzione dell'impiano in tutti i particolari è stata fatta dall'Officina Locomotive Elettriche di Genova-Rivarolo, salvo soltanto la confezione delle curve delle tubazioni di ottone di linea e delle condotte d'aria in lamiera zincata, che furono affidate a Ditte specializzate.

Le materie prime (tubi d'ottone trafilati, barre d'ottone, profilati e lamiere d'acciaio, lastre di carta bachelite, conduttori elettrici ecc.) furono quasi per intero prelevate al Magazzino dell'Amministrazione ferroviaria e soltanto per pochi materiali speciali (interruttori a coltello, lampadine, pulsanti ecc.) si ricorse ad acquisti sulla piazza.

La costruzione dei numerosi apparecchi e dispositivi (apparecchi di scambio, apparecchi di spedizione e di arrivo, apparecchi di segnalazione, interruttori automatici, quadri di comando e di distribuzione ecc.), come il loro montaggio furono affidati ad operai specializzati sotto la guida continua di tecnici provetti, che hanno seguito e curato l'esecuzione completa dell'impianto fino nei più minuti particolari.

2. — Collaudo e messa a punto.

Tutti gli apparecchi e dispositivi sono poi stati sottoposti a prove per assicurarne l'esatta costruzione ed il funzionamento regolare sia prima che dopo il montaggio in opera, controllando anche l'accuratezza del loro montaggio e di quello delle numerose tubazioni, specie nei riguardi della perfetta tenuta.

Fu in seguito effettuata una accurata regolazione e registrazione delle varie parti dell'impianto e dei numerosi dispositivi (si è avuto già occasione di accennare alla regolazione a mezzo diaframmi delle varie linee a portata costante d'aspirazione di aria e a quella per moderare la violenza delle spolette in arrivo) cosicchè solo dopo che fu completata l'esatta messa a punto di tutti i particolari dell'impianto si addivenne al collaudo generale di esso, che mise in evidenza il funzionamento, sotto ogni riguardo soddisfacente e rispondente agli scopi desiderati, di tutto l'impianto.

Per questo lavoro di controllo, di esperimentazione e di collaudo furono costruiti calibri, sagome, dispositivi e apparecchi speciali, che non è il caso di specificare. Fra questi meritano particolare rilievo alcuni dispositivi con adattamenti a manometro e ad un anemometro per la regolazione di portata d'aria delle condutture e per la ricerca delle perdite d'aria.

Le particolari esperienze effettuate coi mezzi suindicati, per la regolazione e messa a punto dell'impianto, servirono, dopo il collaudo, a fornire alcuni elementi caratteristici di esso, che in appresso si trascrivono:

Motore dell'aspiratore:
- Numero dei giri al 1′ 960
- Potenza assorbita normalmente KW 7,4.

Aspiratore centrifugo:
- Numero dei giri al 1′ 3900
- Portata normale all'ora d'aria aspirata m^3/h 1600.

Linee di servizio:
- Portata media di ogni linea all'ora m^3/h 114
- Potenza media assorbita per l'aspirazione da ciascuna linea o dall'insieme delle linee in serie KW 0,53
- Velocità media delle spolette m/1″ 7,50 (Km/h 27).

3. — Funzionamento.

Durante lunghi mesi di funzionamento ininterrotto di otto ore giornaliere in media, l'impianto ha dimostrato di corrispondere in pieno agli scopi per cui è stato costruito, senza dar luogo ad inconvenienti od irregolarità di quasiasi genere, nè richiedere speciali riparazioni, salvo l'ordinaria piccola manutenzione del macchinario, pulitura delle spolette, ricambio e aggiustaggio di qualche guarnizione o sportello di cuoio, piccoli lavori tutti di carattere saltuario e normale per qualsiasi impianto a funzionamento regolare.

E si noti che il servizio della posta pneumatica è stato in funzione ininterrotta con un traffico di circa 400 spolette al giorno in reparti di lavorazione dove si muovono continuamente gru e carrelli e vario macchinario è in azione, sì da contribuire a provocare vibrazioni nelle molteplici tubazioni che si estendono per i vari locali di lavoro.

E si tenga sopratutto presente che apparecchi non certo semplicissimi, e mai prima d'ora sperimentati, quali gli inseritori, che tutti si trovano in locali di lavoro, sono stati esclusivamente manovrati da operai, che di essi nessuna nozione avevano, senza che in essi si verificasse un guasto od inconveniente degno di nota.

L'ottimo funzionamento di tutto l'impianto, superiore alle migliori previsioni, ha poi reso possibile, come del resto si era previsto, oltre l'estensione e il perfezionamento dell'organizzazione esistente, anche l'applicazione di nuove organizzazioni atte a migliorare il rendimento delle lavorazioni, fra cui è da notare in particolare l'applicazione di un nuovo sistema di spoglio di riparazione con ordini di lavoro circolanti fra i vari reparti, che senza l'ausilio della posta pneumatica non sarebbe stato praticamente possibile instaurare.

4. — Osservazioni su alcune modalità dell'impianto.

Nell'esporre le principali caratteristiche dell'impianto e le particolarità dei numerosi dispositivi applicati, sono stati indicati i criteri seguiti e gli scopi della loro adozione, sì da giustificarne l'impiego.

Con questo non è però da escludere che un diverso apprezzamento degli svariati elementi presi in esame non avrebbe potuto portare a differenti applicazioni di carattere generale o di dettaglio, pur restando sempre assodata la convenienza, per le ragioni già esposte, di un impianto di posta pneumatica a *stazioni intermedie di linea*, caratteristica questa fondamentale per l'impianto in questione.

E sopratutto non è da escludere che l'impianto stesso, per mutate o meglio accresciute esigenze, non debba subire qualche modifica e specialmente ampliamenti, quali ad esempio l'estensione ai vari locali dell'Ufficio di dirigenza.

Ed è precisamente in vista di eventuali ampliamenti che si è lasciata molto variabile, quale risultava dal naturale percorso, la lunghezza delle varie linee, disponendone soltanto due in serie (e cioè ad unico percorso d'aria) nei piccoli fabbricati accessori d'Officina, mentre si sarebbe potuto collegare allo stesso modo in serie qualche altra linea nei capannoni principali ottenendo una riduzione nella potenzialità del macchinario d'aspirazione e nell'energia richiesta per il suo funzionamento.

Ma ciò non si è ritenuto opportuno fare in un primo tempo perchè, dato il sistema prescelto dell'organizzazione del servizio delle spolette e della marcatura e registra

zione delle tessere e ordinativi nella cabina centrale a cui erano da adibirsi due soli impiegati, che rendeva utile separare, per evitare ingombro e disturbo, gli apparecchi di spedizione da quelli di arrivo, un collegamento di alcune linee in serie avrebbe richiesto una maggiore spesa d'impianto e recato notevole ingombro, dato lo spazio limitato, per collegare con tubazioni alcuni degli apparecchi suddetti, nè si sarebbe ottenuto d'altra parte un sensibile risparmio nelle spese d'impianto e di esercizio del macchinario, a cui si è accennato.

Di più con l'impianto esistente, è lasciata la possibilità di eventuali aumenti di linee, collegando in serie alcune di quelle esistenti, senza dover sostituire il macchinario d'aspirazione d'aria.

È da notare inoltre che, essendosi ritenuta più che sufficiente per la trasmissione degli ordinativi e dei vari documenti fra i posti di lavoro, nei quali solo si trovano le stazioni intermedie, una spoletta di lunghezza utile di mm. 240 circa con un diametro di mm. 37, per dette spolette si sono dimensionati gli apparecchi di scambio e si è invece tenuto il raggio minimo delle curve delle varie linee a un valore tale da permettere la circolazione anche di spolette speciali di dimensioni alquanto maggiori (ad es. di capacità utile di mm. 320 × 36) per permettere la trasmissione anche di pratiche e disegni un po' voluminosi fra l'Ufficio di dirigenza, la Portineria, i Capi tecnici dei vari Reparti d'Officina, l'Ufficio Centrale del Lavoro e il Magazzinetto scorte, che sono tutti in stazioni estreme di linea.

Si sono ritenuti opportuni questi chiarimenti circa alcune modalità espressamente seguite nell'esecuzione dell'impianto per evitare erronei apprezzamenti circa la loro convenienza.

5. — Vantaggi tecnici ed economici raggiunti.

Nella trattazione che è stata fatta si è avuto occasione di accennare ai vantaggi di ordine tecnico raggiunti a mezzo dell'impianto che è stato descritto e che possono riassumersi particolarmente nella possibilità di ottenere la trasmissione degli ordinativi e la marcatura dei tempi di lavoro con pochi impiegati e senza disturbo e perditempo delle maestranze, di sveltire i vari servizi di organizzazione a mezzo della rapida trasmissione dei documenti, di instaurare nuove organizzazioni nei riguardi della razionalizzazione non altrimenti possibili, e tutto ciò mediante un particolare sistema di posta pneumatica a stazioni intermedie di linea con funzionamento prevalentemente automatico, col quale, in confronto a quello ordinario, si ottiene anche una sensibile riduzione nelle spese d'impianto e di esercizio.

Vantaggi tecnici di organizzazione che si trasformano in definitiva in un non indifferente vantaggio economico non facilmente valutabile in cifre in quanto esso riguarda principalmente un sensibile miglioramento nel rendimento generale dell'Azienda, e cioè una riduzione nei costi di produzione.

Ma volendo tener conto anche soltanto di quella parte relativa alla riduzione della spesa effettiva ottenuta con l'impianto in questione, il cui costo può ritenersi ammonti a circa L. 75.000, essa può essere calcolata ad un risparmio annuo netto di oltre lire 50.000 secondo dati facilmente controllabili.

Se si volesse poi capitalizzare l'economia annua suddetta per il periodo di un ventennio, si potrebbe concludere che l'Amministrazione ha ottenuto con l'impianto in questione un guadagno netto di circa L. 600.000.

6. — Economia realizzata con l'impianto a stazioni intermedie di linea in confronto con uno di tipo ordinario.

Gli elementi di costo delle varie parti dell'impianto di posta pneumatica che si sono raccolti ed accuratamente controllati permettono di concludere che, pur essendosi adottato nell'impianto in questione un numero alquanto ridotto di stazioni intermedie (N. 8 su 23), l'economia raggiunta con detto sistema d'impianto in confronto a quello ordinario a linee indipendenti a doppia tubazione (andata e ritorno) è di lire 21.000 per la spesa d'impianto e di L. 1250 all'anno per quella di esercizio, pari rispettivamente al 28 % e 15 % delle relative spese effettivamente sostenute.

Capitalizzando poi per un ventennio l'economia ottenuta sulla spesa di esercizio nella somma di L. 15.500 si può dedurre che l'utile netto conseguito con detto impianto a stazioni intermedie in confronto a quello analogo del tipo ordinario è di lire 36.500, pari al 50 % circa del costo complessivo dell'impianto.

Se si volesse poi fare un confronto col sistema d'impianto a gruppi di linee multiple per l'andata (una per ogni stazione) ed una unica per il ritorno (a cui si è accennato nella parte I-2), si ridurrebbe, è vero, il vantaggio su questo del sistema a stazioni intermedie con apparecchi di scambio, che risulterebbe però sempre, di oltre 12.000 lire, pari cioè almeno al 16 % della spesa effettivamente incontrata, ma si avrebbe però un allungamento del percorso, con andamento sinuoso, per le tubazioni di ritorno, con gli inconvenienti citati nella parte I-3 per il caso di impianti a stazioni intermedie per le quali, in luogo degli apparecchi inseritori, si adottino bocche di spedizione nella tubazione di ritorno.

Occorrerebbe inoltre una più complessa, e quindi meno pratica, apparecchiatura per gli apparecchi di spedizione dal centralino per non aumentare l'energia occorrente per l'aspirazione dell'aria quando questa debba sempre avvenire, per le ragioni già esposte, all'esterno del locale.

I dati di confronto suesposti mostrano pertanto in modo evidente la grandissima convenienza di adottare in ogni caso, in occasione d'impianti di posta pneumatica, il *sistema a stazioni intermedie di linea,* con apparecchi di scambio, scaricatori e inseritori, che è stato più sopra illustrato.

7. Considerazioni generali sull'impianto.

Da quanto è stato esposto nella trattazione abbastanza estesa che è stata fatta dell'impianto di posta pneumatica da vari mesi in funzione nell'Officina Locomotive Elettriche di Genova-Rivarolo delle Ferrovie dello Stato, impianto che, come si è detto, ha funzionato sempre regolarmente corrispondendo in pieno a tutti gli scopi di carattere tecnico ed economico per cui fu eseguito, si può concludere che tutte le particolarità di esso (apparecchi, dispositivi, circuiti elettrici ecc.), che sono state descritte ed illustrate anche da numerose fotografie, pur senza entrare in molti dettagli tecnici, sono state opportunamente studiate e messe in esecuzione con la massima cura, sì da soddisfare pienamente alle svariate esigenze dell'impianto in questione.

I risultati economici ottenuti ed il confronto fatto con un impianto del tutto analogo del tipo ordinario costituiscono poi una prova indiscutibile dell'assoluta convenienza di un impianto di tale genere per le Officine come per i vari servizi ammi-

nistrativi e tecnici in cui occorre effettuare la rapida trasmissione a distanza di documenti o di oggetti di volume e peso limitati.

L'impianto che è stato descritto rappresenta comunque un primo esempio di posta pneumatica applicata all'organizzazione del lavoro nelle Officine, uno dei pochissimi impianti con stazioni intermedie di linea esistenti in Italia, e sopratutto il primo fra questi non costruito su brevetti esteri.

È da attendersi che per i notevoli risultati di praticità e di economie raggiunti, non solo l'Amministrazione Ferroviaria ma anche altri Uffici e Amministrazioni statali e private, e specialmente le industrie, vorranno avvalersi di questo moderno mezzo per trasporti rapidi di documenti e anche di piccoli oggetti, a sussidio del miglioramento dei vari servizi e dell'organizzazione razionale del lavoro, reso particolarmente pratico e vantaggioso con l'adozione delle stazioni intermedie di linea.

La lunghezza delle ferrovie nel mondo.

Continenti	1931	1932	1933	1935	Differenza dal 1931 al 1935	
			in chilometri			%
Europa	422.104	427.133	434.887	414.943	— 19.944	— 4,5
America	607.745	623.923	623.204	625.456	+ 2.252	+ 0,3
Asia	134.146	134.444	138.092	165.985	+ 27.893	+ 12,9
Africa	68 314	69.193	71.838	73.917	+ 2 079	+ 2,8
Australia	49.602	49.602	49.636	49 159	— 477	— 0,9
Tutti i continenti	1.281 911	1 304.295	1 317.657	1.329.460	+ 11.803	+ 0,89

Nel riprodurre queste cifre, dobbiamo segnalare che fino al 1933 le ferrovie russe del territorio asiatico sono contate come europee. Nel 1935 sono invece considerate come pertinenti al continente asiatico.

Il trasporto di carbon fossile sulla rete francese del Nord.

Su questa rete, che, come le altre reti di ferrovie principali della Francia, è ormai incorporata nella Società Nazionale di recente costituzione, il traffico del carbon fossile ha assunto una notevole importanza.

Si è elevato in media a 7000 unità da 10 tonn. per giorno, raggiungendo circa i due settimi del traffico totale della rete, che è stato valutato a 25.000 tonn. giornaliere. Per il 1936, la cifra media più bassa è stata di 5600 unità come media quotidiana durante il mese d'agosto; la media più alta ha raggiunto 8319 per dicembre.

Il tonnellaggio consegnato alla rete del Nord ha rappresentato il 73 % della produzione totale del bacino minerario del Nord; il resto è stato trasportato mediante la navigazione interna (26 %) e sulla strada (1 %).

I fabbricati della sottostazione elettrica per la conversione dell'energia e per la regolazione di tensione di Roma-Prenestina

Ing. L. PROSPERI, per incarico del Servizio Lavori delle F. S.

(Vedi Tav. II fuori testo)

Riassunto. — La descrizione dei fabbricati costituenti il complesso ed importante impianto per la trazione elettrica ferroviaria di Roma-Prenestina viene integrata dalla esposizione dei più interessanti particolari costruttivi nonchè dai criteri di calcolo seguiti nella compilazione del progetto esecutivo.

In tal modo, oltre ad illustrare le maggiori caratteristiche strutturali degli edifici nei quali sono istallati i macchinari di conversione e di regolazione che alimentano il Centro ferroviario dell'Urbe, si forniscono elementi che rivestono carattere di pratica utilità.

PREMESSE

La Sottostazione di Roma-Prenestina sorge nelle immediate vicinanze dell'Urbe e la sua ubicazione, nel mentre è la più idonea a garantire la razionale e sicura alimen-

SOTTOSTAZIONE DI ROMA-PRENESTINA
Prospetto del fabbricato - Fronte verso piazzale e reparto all'aperto.

tazione delle linee a trazione elettrica facenti capo alla stazione di Roma-Termini, presenta anche il vantaggio di costituire la soluzione più economica per l'arrivo delle

varie linee elettriche primarie che vi convergono, senza peraltro disturbare o comunque vincolare i futuri probabili sviluppi della Capitale.

Il terreno prescelto, a carattere abbastanza pianeggiante, è posto a circa un chilometro dalla stazione di Roma-Prenestina, con la quale la sottostazione è collegata ferroviariamente a mezzo di apposito binario di raccordo, si trova completamente al di fuori delle locali zone ricche di numerose cave di tufo da tempo abbandonate, ed è molto prossima alla via Prenestina cui si accede a mezzo di una strada di servizio lunga poche centinaia di metri ed all'uopo costruita.

La natura di tale terreno si è dimostrata favorevole alla buona impostazione sia delle cospicue fondazioni dell'imponente fabbricato principale che dei pesanti macchinari in esso istallati, giacchè a modesta profondità presenta un potente cappellaccio tufaceo abbastanza compatto.

La sottostazione occupa un'area complessiva di ben 34.000 mq. di cui circa 1230 coperti e venne costruita con ritmo tanto affrettato da consentire che la massa dei movimenti di terra, delle opere murarie e delle strutture metalliche, in una parola tutto il complesso dei lavori ad eccezione solo delle rifiniture all'interno dei fabbricati e naturalmente del montaggio dei macchinari e delle attrezzature elettriche, venisse eseguita in poco più di un anno e precisamente dal maggio 1934 al giugno 1935.

Se si tiene conto delle avversità climateriche, degli inevitabili perditempi dovuti alla organizzazione del cantiere, alla compilazione dei laboriosi e complessi calcoli, agli approvvigionamenti dei materiali in genere, alla presenza dei giorni festivi, ecc. ecc. di fronte alla cospicua massa di lavori occorsa per la sottostazione di Roma-Prenestina, non riteniamo di essere lontani dal vero nell'affermare che la costruzione di tale sottostazione venne eseguita in limiti di tempo particolarmente ristretti.

Per dare una idea della mole delle opere eseguite riteniamo opportuno esporre quanto segue:

i movimenti di terra interessarono un volume complessivo di ben 26.000 mc. (di cui circa 19.000 di sbancamento ed oltre 7.000 di fondazione) di materie aventi natura e consistenza diversa;

i calcestruzzi gettati raggiunsero il volume complessivo di oltre 3.500 mc. di cui circa 1.800 destinati ai cementi armati;

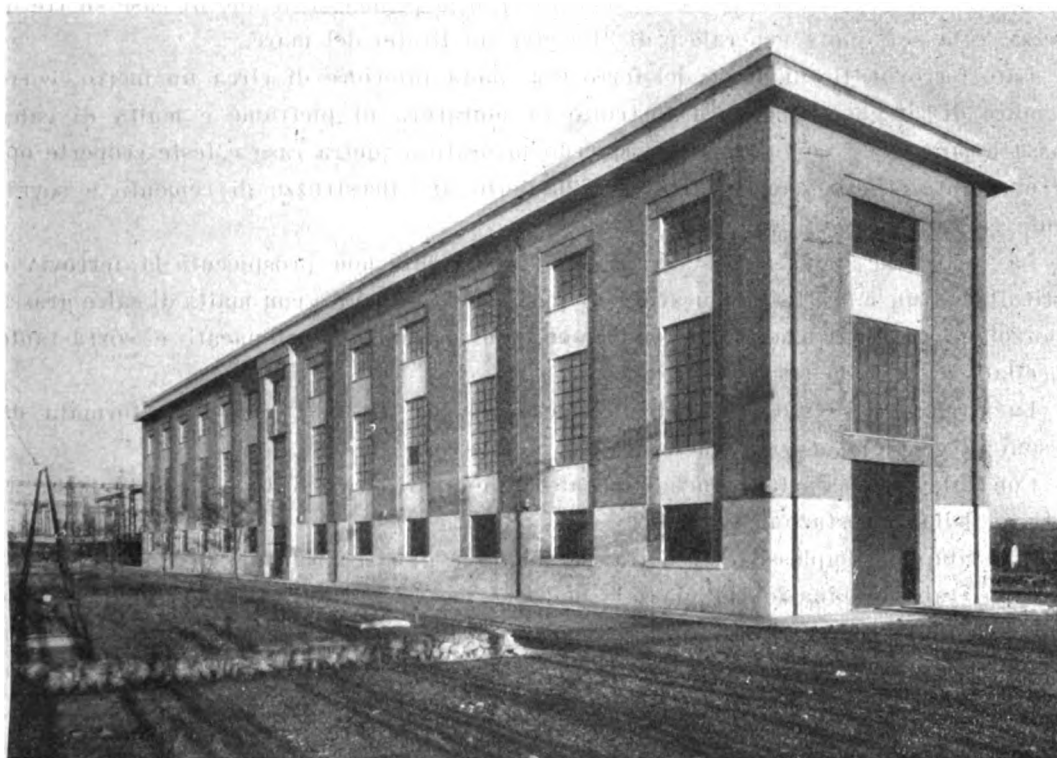
2.500 circa sono i mc. di muratura di cui 1300 costituiti di soli mattoni ed i restanti di tufo o miste;

gli intonaci, i paramenti, le faccie viste, le formazioni di finto travertino ed i rivestimenti vari interessarono una superficie totale di oltre 15.000 mq.;

le pavimentazioni, dei tipi più vari come in seguito vedremo, ricoprono una superficie complessiva di circa 3000 mq.;

vennero posti in opera ben 460 tonnellate circa di materiali metallici (per la quasi totalità ferro) di cui 180 tonnellate occorsero per le carpenterie della parte all'aperto, 200 tonnellate per i cementi armati, 25 tonnellate per le recinzioni, 21 tonnellate per i serramenti ed il restante quantitativo risulta ripartito in lamiere di copertura dei cunicoli, ferri angolari rivestimenti spigoli, profilati per impieghi vari, tubazione, ecc. ecc.

L'approvvigionamento dei materiali, per quanto il lavoro si sia svolto precedentemente alla guerra per la fondazione dell'Impero e quindi non fossero in atto le ini-

que sanzioni, nè esistessero le attuali logiche e doverose limitazioni imposte dal problema autarchico, non si presentò molto agevole a causa del poco tempo a disposizione, di fronte alla quantità, qualità e molteplicità di tutto l'occorrente che non sempre veniva agevolmente trovato pronto e perfettamente rispondente allo scopo nelle esistenti disponibilità del mercato.

SOTTOSTAZIONE DI ROMA-PRENESTINA
Prospetto del fabbricato - Ingresso principale lato ferrovia.

I fabbricati della sottostazione di Roma-Prenestina sono due: quello principale, contenente i sincroni, i raddrizzatori e la sala quadro; quello secondario, costruito per i vari servizi accessori dell'impianto.

La parte all'aperto contiene un imponente complesso di carpenterie metalliche ed è in gran parte ricoperta da una ben distribuita rete di cunicoli di varie sezioni che comunicano con una spaziosa e razionale galleria praticabile che penetra nel fabbricato principale lato piazzale. Lato ferrovia esce dal fabbricato principale un'altra galleria pure praticabile e di dimensioni notevoli.

La sottostazione è servita da vari binari a scartamento ordinario, collegati a quello di raccordo con la sede ferroviaria della linea Pescara-Roma, il cui sviluppo complessivo, binario di raccordo escluso, è di circa mezzo chilometro.

Per la massicciata di tali binari e per la sistemazione complessiva dell'area sono stati impiegati oltre 1600 mc. di pietrisco.

Il piazzale, accuratamente sistemato a giardino negli spazi rimasti liberi, è munito di larghi viali, passatoie pedonali e quanto altro occorra per rendere facilmente accessibili le varie istallazioni, e contiene anche tutto quel complesso di opere ed

attrezzature (come la rete degli idranti per domare eventuali incendi, drenaggi ed i cunicoli per gli scarichi delle acque pluviali, le vasche di raccolta dell'olio, i muri di sostegno, le recinzioni, ecc. ecc.) necessarie per rendere completo e perfettamente funzionante tale importante impianto industriale.

Le scarpate di detto piazzale hanno nella zona di riporto la pendenza di due di base su tre di altezza e in quelle di sbancamento la pendenza di uno di base su tre di altezza, e la sua quota generale è di 31 metri sul livello del mare.

Lato ferrovia, il cui piano del ferro è a quota inferiore di circa un metro, corre un muro di ritegno della terra costruito in muratura di pietrame e malta di calce grassa e pozzolana, con paramento esterno lavorato a pietra rasa e teste scoperte opportunamente stilate, completato da un bauletto di calcestruzzo di cemento e sovrastante cancellata metallica.

La recinzione della sottostazione lungo i tre lati non prospicenti la ferrovia è costituita da un muretto in muratura di pietra tufo vulcanica con malta di calce grassa e pozzolana, tanto in che sopra fondazione, con paramenti intonacati e sovrastante cancellata di metallo stampato.

La strada di accesso alla sottostazione è recinta da una passonata formata da passoni di castagno e corde metalliche spinose e zincate.

Con tale mezzo è stato anche limitato il binario di raccordo nel tratto posto al di fuori della sottostazione.

Lo sviluppo complessivo di detta passonata è di circa 950 ml.

Quei tratti di binario nel piazzale della sottostazione che possono risultare percorsi da carichi molto pesanti sono sostenuti da una platea di cemento armato con relative longherine. La parte di platea compresa tra le longherine presenta una leggera pendenza verso i drenaggi e ciò per favorire lo smaltimento delle acque piovane. A tale scopo anche le longherine, ove necessario, presentano fori attraversati da tubi di cemento del diametro di cm. 8. La platea è posta su un sottofondo di calcestruzzo di pozzolana dello spessore di dieci centimetri.

Tutti i cunicoli per cavi sono coperti con lamiera striata.

Le gallerie praticabili, tanto quella lato piazzale che quella lato ferrovia sono coperte da una soletta di cemento armato, hanno i piedritti di muratura di tufo e la platea di calcestruzzo con malta di calce grassa e pozzolana.

Le fondazioni delle carpenterie metalliche sono costituite da blocchi monolitici di calcestruzzo, opportunamente sagomati a forma piramidale nella parte fuori terra onde consentire il facile e rapido smaltimento delle acque piovane, e accuratamente lisciati, sempre nella parte fuori terra, per assicurare al calcestruzzo un perfetto ricoprimento.

Pure di calcestruzzo ordinario sono tutti i blocchi di fondazione dei trasformatori, interruttori, riduttori, sezionatori, ecc.

FABBRICATO PRINCIPALE

Generalità.

L'edificio, dell'altezza al piano di gronda di quasi 16 metri, ha una larghezza di m. 12,40 ed una lunghezza di ben m. 84,40.

Ricopre quindi un'area di circa 1050 mq. ed ha una cubatura fuori terra di oltre 18.800 mc.

Esso è costituito da due parti: una riservata ai raddrizzatori e quindi alla sottostazione propriamente detta e l'altra alla gru e sincroni. Tali parti risultano separate dalla scala che, trovandosi al centro, le serve entrambe.

Poichè le campate costituenti l'edificio sono tredici, tutte della lunghezza costante di m. 6,50, ne consegue che, tolta quella occupata dalla scala, sei sono impegnate dalla sottostazione di conversione e le altre sei, servite tutte dalla gru a ponte della portata di 100 tonnellate, dalla sala smontaggio (che occupa due campate nelle quali giunge il binario di raccordo) e dai sincroni.

SOTTOSTAZIONE DI ROMA-PRENESTINA
Dettaglio del portale d'ingresso del fabbricato.

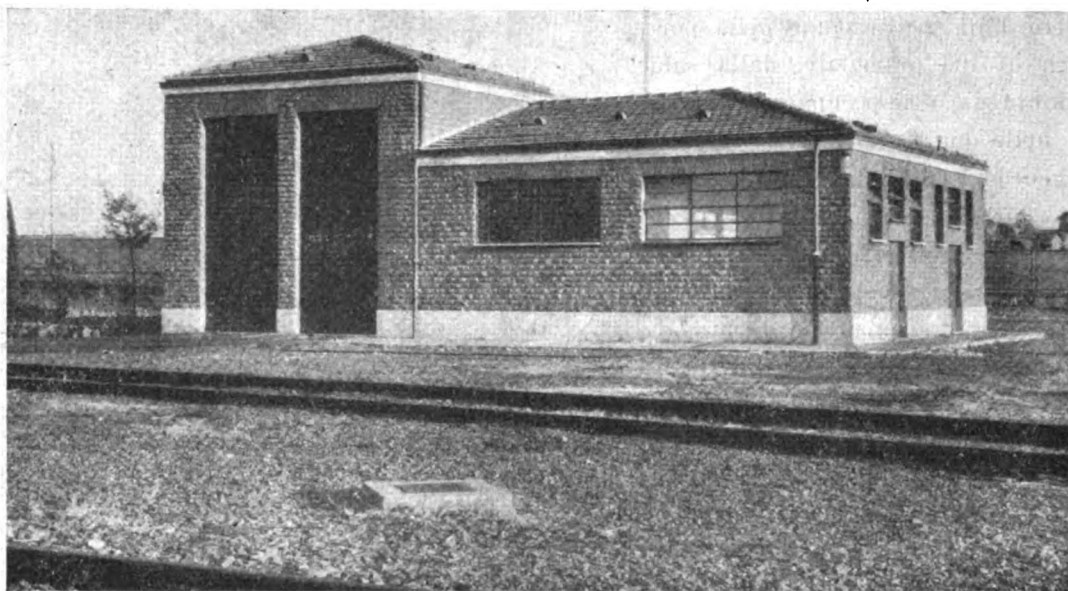
Tutto l'edificio ha l'altezza di 16 metri, minimo indispensabile richiesto dalla gru giacchè la pianta fortemente rettangolare dovuta alla notevole lungheza del fabbricato rispetto alla sua larghezza relativamente modesta, sconsigliava di attribuire alle due parti altezze diverse che esteticamente sarebbero risultate poco soddisfacenti. Con tale soluzione si è ottenuto di dare al complesso un carattere architettonico abbastanza grandioso pur mantenendo quella linea di sobrietà che ben si addice ad impianti aventi speciale carattere industriale.

La metà occupata dalla sottostazione risulta divisa in tre piani compreso il terreno e, salvo il piano primo che è suddiviso per creare la sala quadro, è composta di tre grandi saloni.

Al piano terreno sono istallati i refrigeranti dei cilindri, i filtri, la bobina di assorbimento e la cella contenente i trasformatori per l'alimentazione dei servizi ausiliari; al primo piano i cilindri (per ora solo in numero di tre ma destinati ad aumentare di un'altra unità) con sovrastante gru della portata di cinque tonnellate ed i relativi organi accessori (interruttori dodecapolari, gruppi eccitazione griglie, interruttori extrarapidi, ecc. ecc.) nonchè gli interruttori delle alimentazioni, e la sala quadro; il terzo infine, creato per la ragione estetica sopra specificata, è riservato alla scuola per il personale adibito o da destinarsi all'esercizio degli impianti di elettrotrazione.

L'altra metà dell'edificio è costituita da un'unica sala a tutta altezza servita, come già detto, da una gru a ponte la cui portata consente di sollevare i pezzi più pesanti

di tutti i macchinari, trasformatori compresi, istallati tanto all'interno che nella parte all'aperto.

In tale sala, per due terzi della sua lunghezza e cioè per quattro campate, esiste un solaio di primo piano sul quale poggiano i condensatori sincroni. Questo solaio ha la particolarità di essere completamente indipendente dai pilastri perimetrali. Esso poggia su appositi pilastri isolati che trasmettono unicamente alle proprie fondazioni, e non già a quelle del fabbricato, le vibrazioni dei motori.

Sottostazione di Roma-Prenestina
Fabbricato dei servizi accessori.

L'edificio, agli effetti strutturali e quindi statici, risulta diviso in due parti: una costituita di sette campate (sottostazione e scala) e l'altra di sei (locale gru e sincroni).

Dette parti, esternamente a contatto, sono divise a mezzo di un giunto di dilatazione costituito da un doppio pilastro con pianta ad L.

All'esterno il giunto continua con opportune sottili feritoie verticali sfalsate, aperte nel paramento a mattoncini, fra l'una e l'altra delle quali la continuità è data nelle connessure orizzontali da fogli di piombo.

Il giunto così costituito si è dimostrato di efficace funzionamento. Anche i solai della parte occupata dalla sottostazione sono stati resi discontinui mediante un giunto in corrispondenza della sezione trasversale dell'edificio passante tra la sala quadro ed il locale cilindri.

Nel cornicione poi, che per essere esposto a più brusche ed ingenti variazioni di temperatura si trova in condizioni del tutto singolari, i giunti di dilatazione sono numerosi e realizzati da interposizione di lamiere opportunamente sagomate.

Le strutture portanti dell'edificio sono di cemento armato, e risultano completamente celate all'esterno dai rivestimenti di mattoncini mantenendo così la continuità dei paramenti delle murature di mattoni di riempimento.

Le fondazioni sono costituite dai plinti dei pilastri e da cordoli perimetrali e trasversali. I cordoli perimetrali, che servono di semplice collegamento, hanno sezione ed armatura simmetrica costante; quelli trasversali, che assorbono il momento dei pilastri creantesi all'incastro, hanno invece dimensioni diverse a seconda delle sollecitazioni cui sono sottoposti.

Il coperto è a tetto, con capriate di ferro del tipo inglese e tegole piane alla marsigliese con sottogole di laterizi forati, in gran parte nascosto da un attico che corona tutto l'edificio.

Le capriate, calcolate con i consueti criteri dettati dalle norme tecniche ferroviarie per le opere metalliche, hanno uno degli appoggi scorrevoli e ciò al fine di evitare le sollecitazioni dovute alle dilatazioni termiche. La scorrevolezza dell'appoggio è ottenuta mediante impiego di due piastre ben levigate fissate rispettivamente una alla muratura ed una alle capriate.

Nel calcolo delle singole membrature di ciascuna capriata si è tenuto il debito conto delle forature esistenti per le chiodature e ciò pel fatto che tali fori, come noto, modificano le sezioni ed i moduli di resistenza delle terzere, le sezioni ed i raggi di inerzia dei puntoni nonchè le sezioni resistenti dei tiranti.

I puntoni verticali, i cui sforzi non possono dedursi dal cremoniano, sono stati calcolati desumendo le sollecitazioni dai carichi verticali su di essi direttamente insistenti.

Per tutte le strutture il limite di lavoro a trazione ed a compressione è stato contenuto entro i 1050 Kg. per cmq. Lo sforzo di taglio nei chiodi è stato mantenuto entro il limite di circa 835 Kg. per cmq. e la pressione trasmessa dal chiodo al contorno dei fori non supera mai i 2600 Kg. per cmq.

Poichè le strutture di cemento armato del fabbricato hanno richiesto calcoli particolarmente complessi, laboriosi e non eccessivamente correnti — trattandosi di telai multipli dissimmetrici e quindi staticamente indeterminati per risolvere i quali non si poteva di certo ricorrere ai consueti formulari — riteniamo opportuno entrare nel dettaglio dei calcoli stessi sicuri di fare cosa gradita a coloro che si interessano a studi del genere.

Criteri generali ed impostazione dei calcoli delle strutture staticamente indeterminate.

A) Telaio della parte occupata dalla sottostazione di conversione.

Come precedentemente accennato, il fabbricato è costituito da tante intelaiature trasversali aventi l'interasse di m. 6,50 con i pilastri perimetrali per l'altezza di tutti e tre i piani e pilastro centrale coassiale per il primo ed il secondo piano.

I pilastri sono collegati da travature orizzontali (che hanno la funzione di travi principali dei solai) nel senso della larghezza del fabbricato.

Ciascun telaio è collegato agli altri da solai di cemento armato con soletta e travi secondari longitudinali.

L'assenza del pilastro centrale all'ultimo piano costituisce la particolarità della struttura: il sistema portante si schematizza così in un telaio a tre piani, di cui i due primi sono doppi ed il terzo semplice.

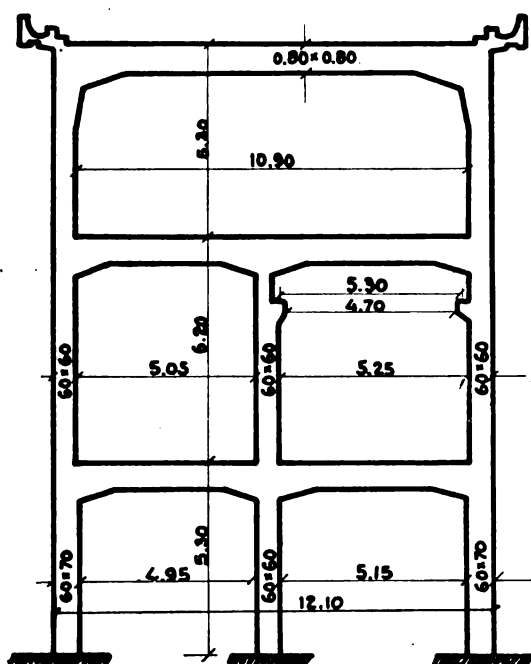



FIG. 1. -- Telaio lato raddrizzatori e Sala Quadro.

In più il telaio doppio non risulta simmetrico sia per la differente luce delle campate, che per la diversità dei sovraccarichi.

Infatti tali sovraccarichi, esclusi s'intende i pesi propri, sono:

nel solaio che ricopre il piano terreno: sul lato di campata minore Kg. 4400 su un metro quadrato (cioè peso dei cilindri nella posizione più sfavorevole) e di Kg. 600 al mq. uniformemente ripartiti; e sull'altro lato Kg. 600 per mq. uniformemente ripartiti;

nel solaio che ricopre il primo piano: Kg. 600 al mq. uniformemente ripartiti;

nel solaio di sottotetto: Kg. 150 al mq. uniformemente ripartiti.

I solai sono completamente di cemento armato e, particolare notevole, le travi secondarie poste lungo il perimetro del fabbricato sono staccate ed indipendenti dalle murature di mattoni di riempimento di modo che su queste non grava alcuna parte di solaio.

Tali murature non hanno quindi alcuna funzione portante agli effetti dei solai. Il loro spessore è di 43÷44 cm. di cui 19 cm. restano al di là del filo esterno dei pilastri e li celano, cm. 24 ÷ 25 invece sono compresi tra i pilastri stessi. Questi ultimi sporgono dalle murature, nell'interno del fabbricato, più o meno a seconda del loro spessore (che è di cm. 70 al piano terreno, di cm. 60 al primo piano, di cm. 60 alla base e di cm. 80 alla sommità, cioè profilo a mensola, all'ultimo piano).

Cordoli di cemento armato sono posti in corrispondenza dei davanzali delle finestre e delle piattabande dei vani tutti e corrono dall'uno all'altro pilastro nel muro perimetrale.

Per evitare di scaricare sui pilastri tutto il peso delle murature di mattoni (il che avrebbe imposto dimensionamenti eccessivi specie nei riguardi dei plinti di fondazione) per i detti cordoli si è ricorso al seguente artificio costruttivo.

Si premette che il cordolo è limitato al solo spessore di muratura compreso fra i pilastri, e cioè ha la larghezza dai 24 ai 25 cm. sopra detti, di modo che le parti di muratura poste oltre il filo esterno dei pilastri risultano prive di cordolo, soluzione questa resa anche necessaria dal fatto che tali parti sono quasi per intero interessate dai materiali di paramento.

Il getto dei cordoli veniva fatto in due tempi.

Allorchè le murature di mattoni avevano raggiunto l'altezza del piano di posa del cordolo, si procedeva al getto della parte centrale della campata limitandosi, per le parti estreme prossime ai pilastri, ad eseguire le sole legature dei ferri di armatura ed a occupare lo spazio destinato ai calcestruzzi con mattoni a secco.

Si proseguiva quindi la costruzione delle murature. Allorchè queste erano completate fino al piano superiore e si aveva quindi ragione di ritenere completamente asse-

stata la parte di cordolo già gettato, si procedeva al completamento del getto riempendo così i vani temporaneamente occupati dai mattoni a secco.

In tal modo ci si assicurava che ciascun cordolo scaricasse il proprio peso e quello delle murature soprastanti direttamente alle murature poste inferiormente senza peraltro trasmetterlo lateralmente sui pilastri con i quali non veniva ad avere continuità altro che in un secondo tempo.

Le murature portano perciò per intiero loro stesse, le strutture portanti di cemento armato sostengono invece unicamente i solai con i rispettivi ingenti sovraccarichi. Con tale soluzione si sono potuti ottenere, pur mantenendo in via del tutto prudenziale la sollecitazione massima sul terreno entro il limite di 2 Kg. per cmq., plinti di fondazione di dimensioni notevolmente modeste.

Il telaio tipo della parte occupata dalla sottostazione di conversione (lo chiamiamo tipo perchè i telai di estremità presentano il pilastro centrale anche al secondo piano) è stato considerato come incastrato al piede realizzando tale incastro mediante travi di collegamento perimetrali gettate all'interno delle murature ma da esse indipendenti e, alternativamente un telaio si e l'altro no, mediante travi trasversali.

Il suo calcolo è stato fatto con il sistema delle equazioni di continuità (1) dopo avere determinato i momenti d'incastro perfetto nelle reali condizioni di carico.

Il calcolo definitivo del telaio è stato eseguito dopo che, con altro calcolo preliminare di telaio considerato simmetrico, si sono potute stabilire dimensioni ammissibili sia per i montanti che per i traversi in relazione ai solai di cemento armato già calcolati in base ai carichi precedentemente esposti.

Tali dimensioni risultano dalla fig. 2, nella quale le luci sono riferite agli assi delle membrature.

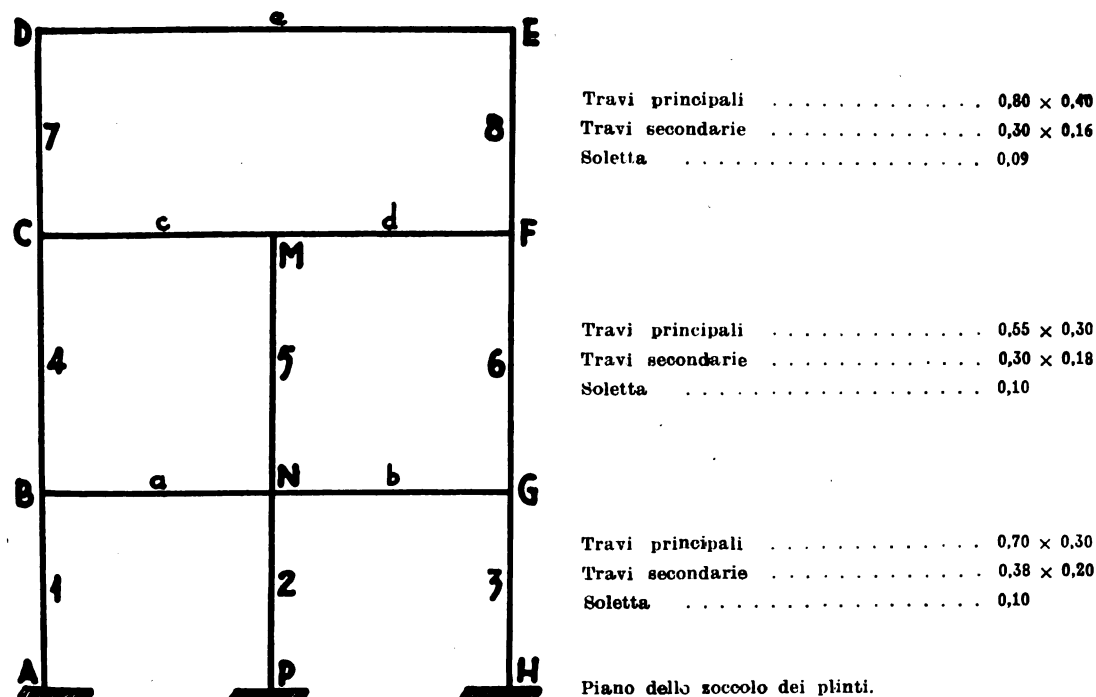



FIG. 2. — Schema del telaio e dimensioni delle singole strutture.

(1) Vedi Prof. Dr. Ing. ARISTIDE GIANNELLI: *Lezioni sui telai elastici piani*, edito dalla Tipografia del Senato del Dott. G. Bardi, Roma, 1932-X.

In base alle dimensioni così stabilite sono stati calcolati i vari pesi con le reali condizioni di carico (vedi figg. 3, 4, 5, 6 e 7) e determinati poi i momenti di incastro perfetto.

FIG. 3.

FIG. 4.

TRAVE M.F.

Peso proprio e sovraccarico della trave Kg. 575/ml.

FIG. 5.

TRAVE B.N.

Peso proprio e sovraccarico della trave Kg. 1190/ml.

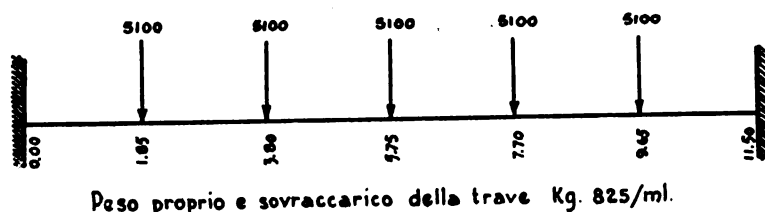
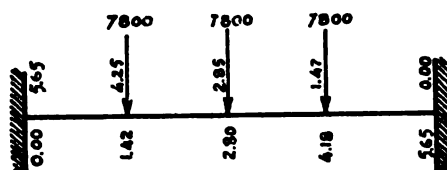
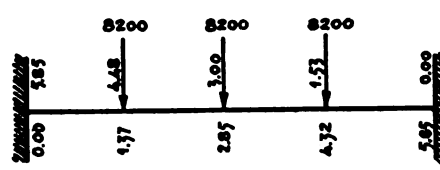
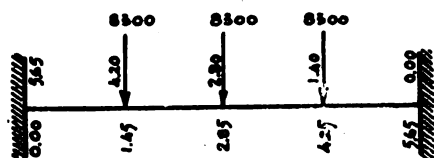



FIG. 6.

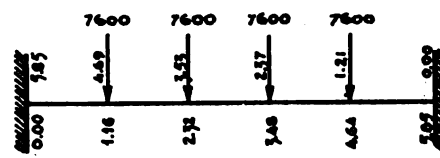



FIG. 7.

Nel trave $N\ G$ il momento dovuto al carico di Kg. 4400 insistente su un metro nella posizione più sfavorevole è stato calcolato in modo complementare mediante differenza fra il momento del carico esteso a tutta la trave e la somma dei momenti ottenuti con il carico esteso a tutta la trave e la somma dei momenti ottenuti con il carico esteso prima a sinistra e poi a destra di detta posizione.

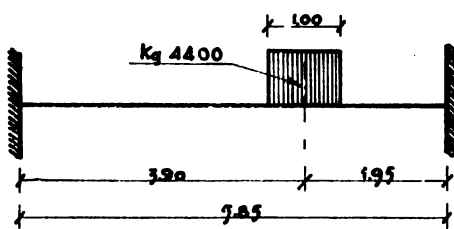



FIG. 8.

$$M_A = \left(1 + \frac{3{,}40^2}{2 \times 5{,}85^2} - \frac{4 \times 3{,}40}{3 \times 5{,}85}\right) \frac{4400 \times 3{,}40^2}{2} = 9980$$

$$M_B = \left(\frac{2}{3} \times \frac{3{,}40}{5{,}85} - \frac{3{,}40^2}{2 \times 5{,}85^2}\right) \frac{4400 \times 3{,}40^2}{2} = 5580$$

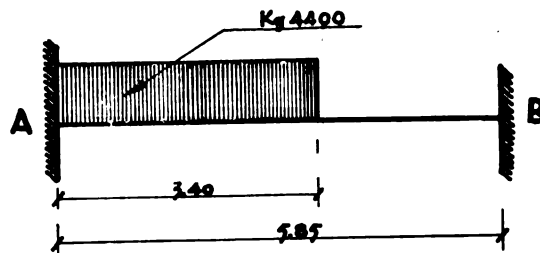



FIG. 9.

$$M_A = \left(\frac{2}{3} \times \frac{1,45}{5,85} - \frac{1,45^2}{2 \times 5,85^2}\right) \frac{4400 \times 1,45^2}{2} = 618$$

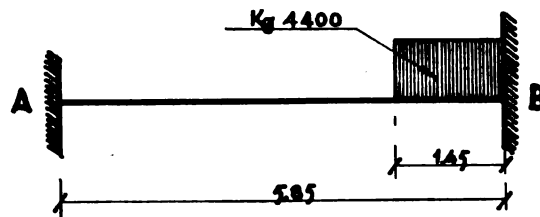



FIG. 10.

$$M_B = \left(1 + \frac{1,45^2}{2 \times 5,85^2} - \frac{4 \times 1,45}{3 \times 5,85}\right) \frac{4400 \times 1,45^2}{2} = 3223$$

Carico somma:

$$M_A = 9980 + 618 = 10.598$$
$$M_B = 5580 + 3223 = 8.803$$

Carico complementare:

$$M_A = \left(\frac{1}{12} 4400 \times 5,85^2\right) - 10.598 = 1950 \text{ Kg/m}$$
$$M_B = \left(\frac{1}{12} 4400 \times 5,85^2\right) - 8803 = 3750 \text{ Kg/m}$$

Aggiungendo a questi i momenti dovuti al peso proprio ed al carico uniformemente ripartito insistente sulla trave (rispettivamente $\mu_{b_1} = 21.350$ Kg/m. e $\mu_{b_2} = 21.200$ Kh/m.) si sono ottenuti i seguenti totali:

$$\mu_{b_1} = 21.350 + 1.950 = 23,3 \text{ t/m}$$
$$\mu_{b_2} = 21.200 + 3.750 = \sim 25 \text{ t/m}$$

Si sono poi determinati i momenti d'inerzia ed i pesi elastici:

1) $I_1 = \frac{1}{12} 0,6 \times 0,7^3 = 17,15 \times 10^{-3};$ $\quad W_1 = \frac{4,85 \times 10^3}{E \times 17,15} = \frac{1}{E} 283$

2) $I_2 = \frac{1}{12} 0,6^4 = 18 \times 10^{-3};$ $\quad W_2 = \frac{4,85 \times 10^3}{E \times 18} = \frac{1}{E} 269$

3) $I_3 = I_1 = 17,15 \times 10^{-3};$ $\quad W_3 = W_1 = \frac{I}{E} 283$

4) $I_4 = \frac{1}{12}\, 0{,}6^3 = 18 \times 10^{-3}$; $\qquad W_4 = \frac{6{,}30 \times 10^3}{E \times 18} = \frac{I}{E}\, 350$

5) $I_5 = I_4 = 18 \times 10^{-3}$; $\qquad W_5 = W_4 = \frac{I}{E}\, 350$

6) $I_6 = I_4 = 18 \times 10^{-3}$; $\qquad W_6 = W_4 = \frac{I}{E}\, 350$

7) $I_7 = I_4 = 18 \times 10^{-3}$; $\qquad W_7 = \frac{5{,}00 \times 10^3}{E \times 18} = \frac{I}{E}\, 278$

8) $I_9 = I_4 = 18 \times 10^{-3}$; $\qquad W_9 = W_7 = \frac{I}{E}\, 278$

a) $I_a = \frac{1}{12}\, 0{,}3 \times 0{,}7^3 = 8{,}57 \times 10^{-3}$; $\qquad W_a = \frac{5{,}65 \times 10^3}{E \times 8{,}57} = \frac{1}{E}\, 660$

b) $I_b = I_a = 8{,}57 \times 10^{-3}$; $\qquad W_b = \frac{5{,}85 \times 10^3}{E \times 8{,}57} = \frac{1}{E}\, 683$

c) $I_c = \frac{I}{12}\, 0{,}3 \times 0{,}5^3 = 3{,}12 \times 10^{-3}$; $\qquad W_c = \frac{5{,}65 \times 10^3}{E \times 3{,}12} = \frac{I}{E}\, 1810$

d) $I_d = I_c = 3{,}12 \times 10^{-3}$; $\qquad W_d = \frac{5{,}85 \times 10^3}{E \times 3{,}12} = \frac{I}{E}\, 1875$

e) $I_e = \frac{I}{12}\, 0{,}4 \times 0{,}8^3 = 17 \times 10^{-3}$; $\qquad W_e = \frac{11{,}50 \times 10^3}{E \times 17} = \frac{I}{E}\, 676$

Lo schema dei momenti di incastro perfetto nei traversi risulta dalla figura 11 e quello dei momenti effettivi, indicati simbolicamente con m muniti di apici ed indici è illustrato dalla fig. 12.

Fig. 11. — Schema dei momenti di incastro perfetto nei traversi. Pesi elastici.

Fig. 12. — Schema dei momenti effettivi.

Si è poi passato all'applicazione del sistema delle equazioni di continuità.

Solo per una relativa maggiore semplicità e con una approssimazione assai grande si sono supposti rigidi i nodi, applicando con ciò il procedimento del teorema dei quattro momenti anzichè ricorrere a quello assai più laborioso dei sei momenti.

Si è così ottenuto:

1) **Campata 1-a:**

$$W_1 \left(- \frac{m'_1}{2} + 2\ m'_1\right) + W_a\ [2\ (m'_1 - m_4) + m_{a2}] = (2\mu_{1a} - \mu_{2a})\ W_a$$

2) **Campata 1-4:**

$$W_1 \left(- \frac{m'_1}{2} + 2\ m'_1\right) + W_4\ (2\ m_4 + m'_4) = 0$$

3) **Campata 4-c:**

$$W_4\ (m_4 + 2\ m'_4) + W_c\ [2\ (m'_4 - m_7) + m_{c2}] = (2\ \mu_{1c} + \mu_{2c})\ W_c$$

4) **Campata 4-7:**

$$W_4\ (m_4 + 2\ m'_4) + W_7\ (2\ m_7 + m'_7) = 0$$

5) **Campata 7-e:**

$$W_7\ (m_7 + 2\ m'_7) + W_e\ (m'_7 + m'_8) = (2\ \mu_{1e} - \mu_{2e})\ W_e$$

6) **Campata a-b:**

$$W_a\ [(m'_1 - m_4) + 2\ m_{a2}] + W_b\ [2\ m_{b1} + (m_6 - m'_3)] =$$
$$= (\mu_{1a} + 2\ \mu_{2a})\ W_a + (2\ \mu_{1b} + \mu_{2b})\ W_b$$

7) **Campata c-d:**

$$W_c\ [(m'_4 - m_7) + 2\ m_{c2}] + W_d\ [2\ m_{d1} + (m_8 - m'_6)] =$$
$$= (\mu_{1c} + \mu_{2c})\ W_c + (2\ \mu_{1d} + \mu_{2d})\ W_d$$

8) **Campata 2-b:**

$$W_2 \left(- \frac{m'_2}{2} + 2\ m'_2\right) + W_b\ [2\ m_{b1} + (m_6 - m'_3)] = W_b\ (2\ \mu_{1b} + \mu_{2b})$$

9) **Campata 2-5:**

$$W_2 \left(- \frac{m'_2}{2} + 2\ m'_2\right) + W_5\ [2\ (m'_2 + m_{a2} - m_{b1}) + m'_5] = 0$$

10) **Campata 5-d:**

$$W_5\ (m_{a2} + m'_2 - m_{b1} + 2\ m'_5) + W_d\ [2\ m_{d1} + (m_8 - m'_6)] = (2\ \mu_{1d} + \mu_{2d})\ W_d$$

11) **Campata 3-b:**

$$- W_3 \left(- \frac{m'_3}{2} + 2\ m'_3\right) + W_b\ [2\ (m_6 - m'_3) + m_{b1}] = (2\ \mu_{2b} + \mu_{1b})\ W_b$$

12) **Campata 3-6:**

$$W_3 \left(- \frac{m'_3}{2} + 2\ m'_3\right) + W_6\ (2\ m_6 + m'_6) = 0$$

13) **Campata 6-d:**

$$- W_6\ (m_6 + 2\ m'_6) + W_d\ [2\ (m_8 - m'_6) + m_{d1}] = (2\ \mu_{2d} + \mu_{1d})\ W_d$$

14) Campata 6-8:

$$W_6 (m_6 + 2 m'_6) + W_8 (2 m_8 - m'_8) = 0$$

15) Campata 8-e:

$$- W_8 (m_8 - 2 m'_8) + W_e (2 m'_8 + m'_7) = (2 \mu_{2e} + \mu_{1e}) W_e$$

Si sono poi calcolati i rapporti fra pesi elastici:

$$\frac{W_1}{W_a} = 0{,}429; \quad \frac{W_1}{W_4} = 0{,}808; \quad \frac{W_4}{W_c} = 0{,}193; \quad \frac{W_4}{W_7} = 1{,}259; \quad \frac{W_7}{W_e} = 0{,}411;$$

$$\frac{W_a}{W_b} = 0{,}966; \quad \frac{W_c}{W_d} = 0{,}965; \quad \frac{W_2}{W_b} = 0{,}394; \quad \frac{W_2}{W_5} = 0{,}768; \quad \frac{W_5}{W_d} = 0{,}187;$$

$$\frac{W_3}{W_b} = 0{,}414; \quad \frac{W_3}{W_6} = 0{,}808; \quad \frac{W_6}{W_d} = 0{,}187; \quad \frac{W_6}{W_8} = 1{,}259; \quad \frac{W_8}{W_e} = 0{,}411;$$

e le costanti di Winkler:

$2 \mu_{1a} + \mu_{2a} = t.\ 53.3$; $2 \mu_{1c} + \mu_{2c} = t.\ 45.6$; $2 \mu_{1e} + \mu_{2e} = t.\ 111.9$;
$\mu_{1a} + 2 \mu_{2a} = t.\ 53.5$; $2 \mu_{1b} + \mu_{2b} = t.\ 71{,}6$; $\mu_{1c} + 2 \mu_{2c} = t.\ 44.7$;
$2 \mu_{1d} + \mu_{2d} = t.\ 53.6$; $2 \mu_{2b} + \mu_{1b} = t.\ 73.3$; $2 \mu_{2d} + \mu_{1d} = t.\ 53.2$:
$2 \mu_{2e} + \mu_{1e} = t.\ 111.9$

ottenendo così le espressioni numeriche:

1) $2{,}643\ m'_1 - 2\ m_4 + m_{a_2} = 53{,}3$
2) $1{,}212\ m'_1 + 2\ m_4 + m'_4 = 0$
3) $0{,}193\ m_4 + 2{,}386\ m'_4 - 2\ m_7 + m_{c_2} = 45{,}6$
4) $1{,}259\ m_4 + 2{,}508\ m'_4 + 2\ m_7 + m'_7 = 0$
5) $0{,}411\ m_7 + 2{,}822\ m'_7 + m'_8 = 111{,}9$
6) $0{,}966\ m'_1 - 0{,}966\ m_4 + 1{,}932\ m_{a_2} + 2\ m_{b_1} - m'_3 + m_6 = 123{,}28$
7) $0{,}965\ m'_4 - 0{,}965\ m_7 + 1{,}93\ m_{c_2} + 2\ m_{d_1} - m'_6 + m_8 = 96{,}74$
8) $0{,}591\ m'_2 + 2\ m_{b_1} - m'_3 + m_6 = 71{,}6$
9) $3{,}152\ m'_2 + 2\ m_{a_2} - 2\ m_{b_1} + m'_5 = 0$
10) $-0{,}187\ m_{b_1} + 0{,}187\ m_{a_2} + 0{,}187\ m'_2 + 0{,}374\ m'_5 + 2\ m_{d_1} + m_8 - m'_6 = 53{,}6$
11) $-2{,}621\ m'_3 + 2\ m_6 + m_{b_1} = 73{,}3$
12) $1{,}212\ m'_3 + 2\ m_6 + m'_6 = 0$
13) $-0{,}187\ m_6 - 2{,}374\ m'_6 + 2\ m_8 + m_{d_1} = 53{,}2$
14) $1{,}259\ m_6 + 2{,}508\ m'_6 + 2\ m_8 - m'_8 = 0$
15) $-0{,}411\ m_8 + 2{,}822\ m'_8 + m'_7 = 111{,}9$

Ricavando m'_1 dall'espressione 1) e sostituendolo nella 2) e così via di seguito per tutte le altre incognite si sono ottenuti i valori effettivi dei momenti.

Per le mezzerie dei traversi si sono assunti i momenti derivanti dal carico uniformemente distribuito dovuto al peso proprio e dai carichi concentrati trasmessi dalle

traverse secondarie supponendo le travi come semplicemenete appoggiate e riducendo poi ai due terzi (norme ufficiali).

Si è così ricavato il diagramma dei momenti (fig. 13) il quale, mentre ci precisa i momenti dei traversi, fornisce tutti quelli dei montanti permettendo così di dimensionare facilmente i pilastri.

All'ultimo piano i pilastri risultano sollecitati da pressione eccentrica essendo il centro di pressione esterno al nocciolo.

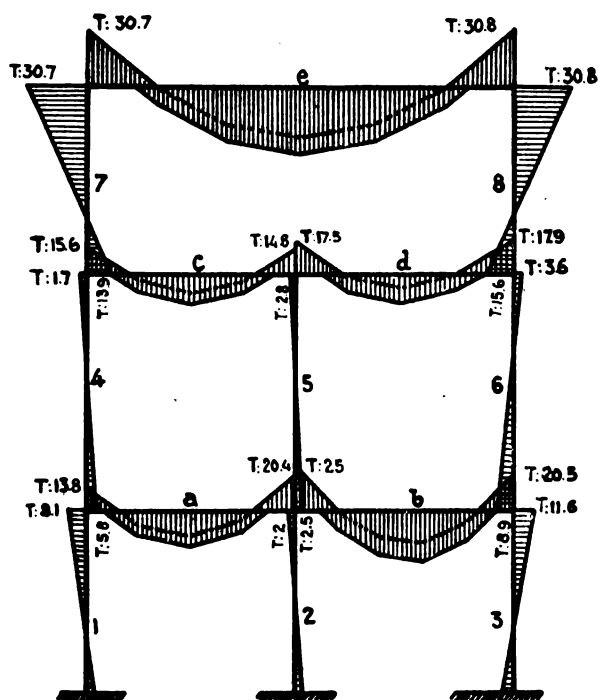



FIG. 13. — Diagramma dei momenti flettenti
Scala Mf: 1 mm. = 4 Tonn.

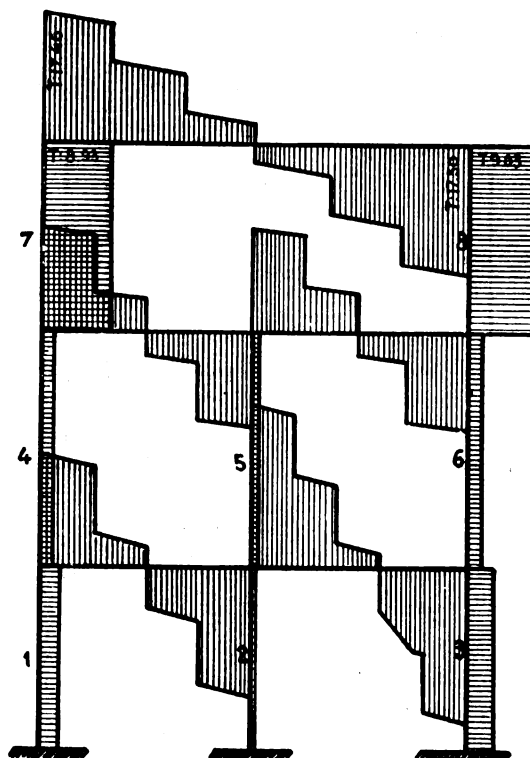



FIG. 14. — Diagramma delle forze di taglio.
Scala forze di taglio: 1 mm. = 0,10 Tonn.

La posizione dell'asse neutro si è ottenuta risolvendo la nota equazione di terzo grado e conseguentemente si ricavano le sollecitazioni.

In vista della lunghezza del traverso di sommità e dei forti momenti, si è resa necessaria una maggiore sezione nel pilastro in sommità il che è stato ottenuto con adeguato allargamento a mensola verso l'interno del fabbricato.

Ottenuti gli sforzi di taglio in valore assoluto tanto nei traversi:

$$\text{es: } V_D = \left(\frac{1}{2}\cdot 0{,}825 \times 11{,}50\right) + \frac{5{,}1 \times 5}{2} - \left(\frac{30{,}834 - 30{,}742}{11{,}50}\right) = \text{t. } 17{,}486$$

che nei pilastri, si è disegnato il relativo diagramma (fig. 14).

B) TELAIO DELLA PARTE OCCUPATO DALLA GRU.

Dal lato Sincroni-grue il sistema portante è costituito da un portale nel quale i montanti hanno nel tratto inferiore dimensioni di m. 1,20 × 0,80.

A m. 13,10 di altezza vi è la mensola, in aggetto, su cui è istallata la rotaia di scorrimento della gru e superiormente a tale mensola il pilastro riduce le sue dimen-

sioni a m. 0,80 × 0,80. Il traverso superiore collegante i pilastri, posto a m. 2,90 sopra il piano di scorrimento della gru, ha le dimensioni di m. 0,40 × 0,80.

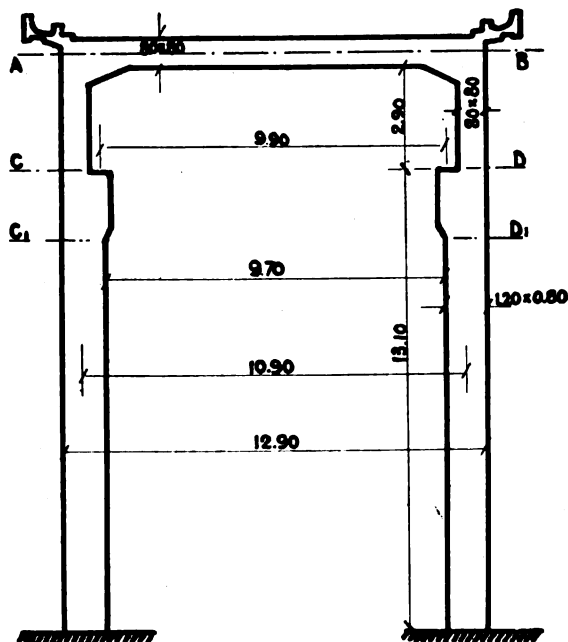



FIG. 15. — Telaio lato sincroni.

L'incastro inferiore dei pilastri si è realizzato a mezzo di collegamenti trasversali e longitudinali che però nel calcolo del telaio sono stati trascurati.

Il portale è stato calcolato ricorrendo alle formule del Belluzzi (1).

Determinati i momenti nei punti diagonali del portale prendendo per base i carichi unitari, si sono moltiplicati i valori ottenuti per i carichi effettivi.

Sommati i valori derivanti dai vari carichi supposti nelle condizioni più sfavorevoli si sono ottenute per i singoli punti del portale le sollecitazioni massime.

I carichi effettivi sono i seguenti:

sul traverso: carichi permanenti al ml. tonn. 2,56; carichi accidentali al ml. tonn. 0,975;

sulle mensole: peso del carro-ponte della gru tonn. 16; peso del carrello della gru tonn. 15,2; carico al gancio tonn. 100; carico di prova al gancio tonn. 110; sollecitazione dinamica tonn. 25.

Col gancio al centro del carro-ponte il valore massimo della reazione del pilastro si realizza allorchè l'asse del roteggio del carro-ponte passa in corrispondenza dell'asse del pilastro.

Il gancio della gru può accostarsi ai piedritti del portale sino a m. 1,50 degli assi delle rotaie di scorrimento.

Il massimo momento ottenuto all'altezza delle mensole è di tonn. 58,6 dovuto al peso permanente del traverso, al suo carico accidentale ed alla gru sotto il massimo carico col gancio accostato a m. 1,50 come sopra specificato.

Le sollecitazioni assiali sui pilastri, dovute ai carichi considerati, sono uguali, per i tratti posti al di sopra delle mensole, ai valori assoluti degli sforzi di taglio sul traverso.

In sommità il pilastro risulta soggetto ad un carico di tonn. 46,12 ed ad un momento di 38,7 tonn/m.

L'armatura metallica è doppia e disimmetrica; la sollecitazione unitaria del calcestruzzo è di Kg. 48,6; il centro di pressione risulta esterno al nocciolo centrale del pilastro.

Al piede il pilastro è soggetto ad un carico di tonn. 195,5 ed ad un momento di 37,04 tonn/m. Il punto di applicazione della risultante cade in corrispondenza del contorno del nocciolo centrale e quindi la sezione del pilastro risulta tutta compressa.

---

(1) Vedi: Prof. Dr. Ing. ODONE BELLUZZI: *Formule per il calcolo dei portali incastrati.* Editore Nicola Zanichelli, Bologna, 1930.

Naturalmente i pilastri d'angolo sono stati calcolati tenendo conto delle reali condizioni di carico e, conseguentemente si è provveduto ad incrementare le loro armature metalliche.

(¹) TRAVE DI SCORRIMENTO DELLA GRU.

La trave di scorrimento della gru si estende, come precedentemente detto, per sei campate dell'eguale interasse di m. 6,50.

Non si è reputato opportuno considerare tale trave come continua in vista della notevole estensione degli appoggi e dato che i pilastri (assorbendo in gran parte il peso delle campate sovraccaricate) intervengono in modo tale che i momenti vengono solo in parte trasmessi alle campate contigue a quelle sovraccaricate.

Per le campate centrali della trave si è assunta perciò l'ipotesi di incastro perfetto per i momenti di estremità e di semincastro per quelli di mezzeria.

Per i momenti indotti dal peso proprio nella mezzeria si assume invece l'ipotesi dell'incastro imperfetto e quindi si assumono i quattro quinti del valore derivante dall'ipotesi dell'incastro perfetto.

Per la campata esterna, stante le notevoli pressioni longitudinali cui risulta sottoposto il pilastro esterno, si è preso in considerazione il telaio formato dai due pilastri di prospetto, dalla trave della gru (che costituisce il primo traverso) e dalla trave di gronda (secondo traverso).

Per le campate intermedie il momento massimo di estremità si è ricavato nel seguente modo: assunta la luce teorica di m. 6 ed il carico gravante su ciascuna delle ruote del carro ponte (nell'ipotesi che il gancio risulti accostato al massimo alla parete e tenga sollevato il carico di prova) di tonn. 34,375 il momento all'estremità diviene:

$$M_A = \frac{34,375}{6^2} \{ X (6 - X)^2 + (X + 0,90) (5,10 - X)^2 + (X + 3,30) (2,70 - X)^2 + (X + 4,20) (1,80 - X)^2 \}$$

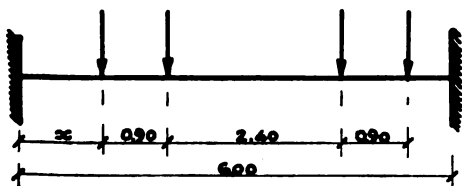



FIG. 16. — Carico sul trave di scorrimento.

ed il suo valore massimo si ottiene allorchè l'incognita X assume il valore che annulla la derivata prima dell'espressione posta in parentesi. Derivando, ordinando e risolvendo si ottiene per X il valore di m. 0,86 e per M_A, tenuto il debito conto anche del peso proprio della trave, il valore di 75,66 tonn/m.

Per determinare il momento massimo di campata si è determinata, graficamente (fig. 17), la posizione dei carichi producenti il massimo momento in una trave appoggiata agli estremi.

La posizione di massimo momento determinata per successivi tentativi è quella indicata a tratto continuo nella fig. 17.

Gli sforzi di taglio risultano dal diagramma oggetto della fig. 18.

Per effetto del carico insistente nelle sezioni contigue abbiamo sollecitazioni come indicato nel diagramma che, sommate algebricamente a quelle dovute al peso proprio, danno in mezzeria un momento residuo di 1 milione di tonn/m.

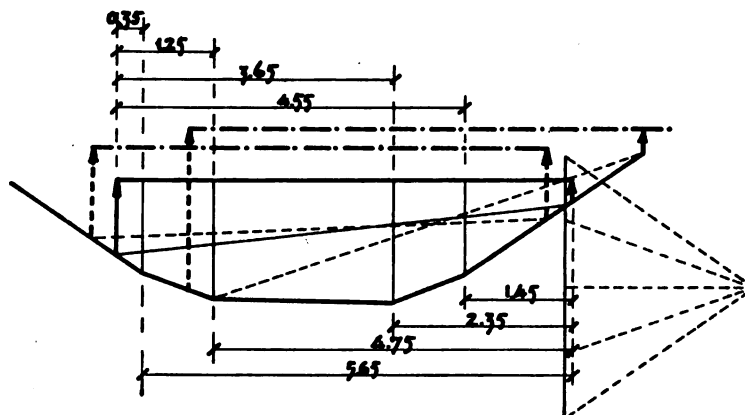



Fig. 17. — Determinazione grafica della posizione dei carichi producenti il massimo momento.

Diag. 1. — Forze di taglio per grue presso l'appoggio.

Diag. 2. — Forze col primo asse in mezzeria.

Diag. 3. — Forze di taglio dovute al peso proprio.

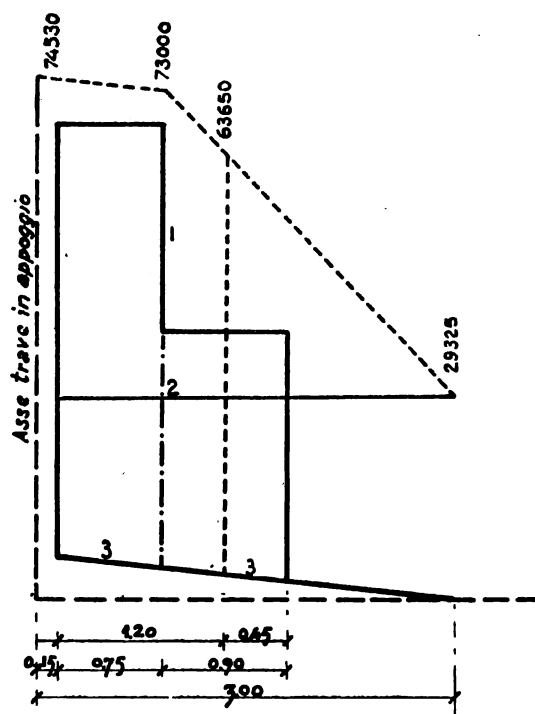



Fig. 18. — Diagramma degli sforzi di taglio.

Risultando in tal caso tese le fibre superiori della trave, in questa abbiamo introdotto anche l'armatura metallica superiore.

D) Basamento dei sincroni.

Come precedentemente accennato il solaio in corrispondenza dei sincroni è costituito da una parte perimetrale indipendente dai basamenti delle macchine e da parti portate a sbalzo dai basamenti stessi.

Il solaio perimetrale, che è sostenuto da pilastrini addossati ai grandi pilastri del fabbricato, è stato calcolato in maniera normale.

Il solaio portato a sbalzo dai basamenti, che è soggetto alle vibrazioni trasmesse dalle parti rotanti delle macchine, è stato invece calcolato in base a coefficienti di sicurezza inferiori ai normali (σ_c = 35 Kg/cmq. e σ_f = 900 Kg/cmq.).

Per tenere conto delle vibrazioni cui vengono sottoposti i basamenti, nei calcoli di questi ultimi il peso delle parti rotanti è stato moltiplicato per coefficienti determinati in base alle considerazioni suggerite dal coefficiente dinamico e dal fattore di stanchezza delle strutture resistenti soggette a sollecitazioni alternative.

Per conseguenza, mentre per il calcestruzzo il coefficiente di sicurezza è quello normale per il ferro invece, tenuto presente che il suo fattore di stanchezza è circa la metà di quello del calcestruzzo per non ripetere i calcoli di verifica assumendo carichi statici ridotti rispetto a quelli del calcestruzzo, si sono ammesse sollecitazioni di circa un terzo più alte del normale.

Le travi di sostegno delle carcasse del condensatore sincrono, di luce teorica di m. 3,65 e della sezione di m. 1,00 × 1,50, sopportano un carico di 9930 Kg. per ml. supponendo ripartito sull'intera lunghezza della trave tutto il peso della carcassa.

Il momento di torsione risulta perciò di 6770 Kg/m.

L'effetto di corto circuito, che equivale all'applicazione di una coppia sulla carcassa, genera sugli appoggi due forze di senso contrario della intensità di Kg. 33000 ciascuna.

Dato che l'applicazione di tali forze è praticamente istantanea, ne consegue che le sollecitazioni da esse generate equivalgono al doppio di quelle che sarebbero create da forze di uguale intensità staticamente applicate.

A seconda che risultino positive o negative si avrà:

$$M = \left(\frac{1}{12}\ 9930 \times 3{,}65^2\right) + \left(\frac{1}{12}\ 66000 \times 3{,}65\right) = +\ 31000 \text{ Kg/m.}$$

$$M = \left(\frac{1}{12}\ 9930 \times 3{,}65^2\right) - \left(\frac{1}{12}\ 66000 \times 3{,}65\right) = -\ 9000 \text{ Kg/m.}$$

Per l'azione del corto circuito il ferro lavora a 1500 Kg/cmq, valore di gran lunga inferiore al carico di snervamento.

Nelle travi si sono disposte staffe continue ad elica con inclinazione di 45° per assorbire gli sforzi di torsione che, per effetto del corto circuito, raggiungono il momento di 11.965 Kg/m.

Poichè per il momento di torsione può avere senso contrario, l'armatura è stata disposta in ambedue i sensi con sezioni praticamente eguali.

In tal modo ciascuna staffa ad elica per effetto di un momento torcente diretto verso l'interno della fondazione (forza positiva) viene sollecitata a tensione presso un entremo ed a compressione verso l'altro. Invertendosi il momento si verifica una inversione nelle sollecitazioni.

La parte rotante del condensatore sincrono pesa 24 tonn. e la velocità di rotazione è di 750 giri al minuto primo per frequenza di 50 periodi.

Si è espressa la forza statica equivalente all'effetto dinamico dovuto alla rotazione delle macchine con la formula:

$$S = F\ V\ \mu\ (1)$$

(1) Vedi: Memoria dell'Ing. S. Spagnoletti: *Le vibrazioni delle macchine rotanti e delle loro fondazioni*, presentata alla XXXIX riunione annuale dell'A. E. I.

in cui:

F = forza perturbatrice dipendente dalla velocità di rotazione della macchina e dalla deformazione elastica dell'albero;

V = fattore dinamico della fondazione dipendente dal periodo di oscillazione libera della fondazione stessa o da quello della forza perturbatrice;

μ = coefficiente di stanchezza del materiale sottoposto a sollecitazioni alternative.

La forza perturbatrice dipende dalle caratteristiche dell'albero: velocità di rotazione e deformazione elastica, dipendente a sua volta dalla velocità critica di rotazione dell'albero stesso.

Detta y_r la freccia di deformazione dell'albero rotante ed y_s la freccia statica, se ω_c è la velocità critica dell'albero (corrispondente al periodo di oscillazione dello stesso) e ω la velocità di rotazione, la freccia dinamica può essere espressa dalla formula

$$y_r = y_s \frac{\omega_c^2}{\omega_c^2 - \omega^2}$$

La deformazione elastica dell'albero in seguito all'aumento della freccia dal valore y_s a y_r ci darà la misura della forza dinamica dovuta alla rotazione.

Detto L il peso della parte rotante, la forza dinamica sarà:

$$F = L \frac{y_r - y_s}{y_s}$$

ossia, tenendo presente la precedente relazione:

$$F = L \frac{\omega^2}{\omega_c^2 - \omega^2}$$

La velocità critica dell'albero sarà certamente superiore a quella di rotazione della macchina. Ammettendo che la prima superi la seconda del 40 per cento si è ricavato:

$$F = L \frac{1}{1{,}4^2 - 1} = \sim L$$

Il fattore dinamico della fondazione dipende dalla velocità di rotazione della macchina (frequenza della forza dinamica perturbatrice) e dalla frequenza della oscillazione propria della fondazione.

Affinchè siano evitati i fenomeni di risonanza è necessario che tra la frequenza degli impulsi e quella di oscillazione libera della fondazione vi sia una differenza di almeno il 30 per cento in più od in meno.

Siccome normalmente la frequenza di oscillazione libera della fondazione è maggiore in senso verticale piuttosto che in quello orizzontale si è potuto ammettere, non conoscendo a priori tali frequenze, che la prima superi del 30 per cento il numero dei giri della macchina e la seconda sia inferiore del 30 per cento a tale numero di giri.

Se le differenze fra le frequenze di oscillazione libera della fondazione e quella della rotazione fossero risultate maggiori del 30 per cento ne sarebbe derivata una maggiore stabilità alla fondazione.

Il fattore dinamico verticale si è ricavato dalla relazione:

$$V_v = \frac{n^2}{n^2 - n^2_1} = \frac{1,3^2}{1,3^2 - 1} = 2,5$$

e quello orizzontale:

$$V_o = \frac{0,7^2}{0,7^2 - 1} = -1$$

In merito al fattore di stanchezza è stato assunto il valore $\mu = 4$ per i calcestruzzi soggetti ad azioni alternative.

I carichi statici equivalenti all'effetto dinamico della rotazione del condensatore sincrono sono risultati i seguenti:

nel senso verticale: $S_v = L \times 2,5 \times 4 = 240$ tonn.;
nel senso orizzontale: $S_o = L \times 1 \times 4 = 96$ tonn.

Indicando con G_m (il cui valore è di 52 tonn.) il peso totale del condensatore sincrono si può quindi esprimere:

$$S_v = 4,62\ G_m;\ S_o = 1,85\ G_m$$

I carichi statici equivalenti agli effetti dinamici di rotazione del motore di avviamento, essendo il peso di questo di 5 tonn., sono risultati:

$$S_v = 4,62 \times 5 = 23 \text{ tonn.};\ S_o = 1,85 \times 5 = 9 \text{ tonn.}$$

Premesso quanto sopra il basamento portante lo sbalzo ed il motore di lancio è stato calcolato come un portale il cui schema è riportato nella fig. 19.

Le ipotesi di carico considerano:

1) peso proprio e sovraccarico;
2) peso effettivo del macchinario;
3) peso trasmesso dalle travi e mensola vicina ma esterna al piano del telaio;
4) effetto dinamico verticale positivo;
5) effetto dinamico verticale negativo;
6) effetto di corto circuito destrorso;
7) effetto di corto circuito sinistrorso;
8) variazioni di temperatura fra il traverso del telaio e la fondazione (escursione da + 20° a — 5°).

FIG. 19.

Il calcolo è stato effettuato prendendo altresì in considerazione, in luogo delle sollecitazioni dinamiche verticali quelle orizzontali (dovute al momento d'influenza ed alla spinta assiale entrambe nei due sensi).

Calcolate le sollecitazioni statiche totali e verificato il dimensionamento delle strutture è stata verificata la stabilità al rovesciamento sotto l'azione delle spinte orizzontali od azioni verticali dissimmetriche facendo però astrazione dal fattore di stanchezza del calcestruzzo.

La pressione massima sul terreno nelle condizioni più sfavorevoli è risultata di 2,08 Kh/cmq.

Dati tecnici e dettagli costruttivi.

La costruzione di tutti i cementi armati è stata fatta impiegando cemento pozzolanico prodotto dallo Stabilimento di Segni, sabbia del Tevere e ghiaia proveniente da una cava posta sulla strada per Pratica di Mare le cui dimensioni erano sufficientemente assortite e tali da assicurare una granulometria pienamente soddisfacente.

Il conglomerato, il cui dosaggio costante è stato sempre di 350 Kg. di cemento per mc. 0,500 di sabbia e mc. 0,800 di ghiaia, è risultato assai compatto e di alta resistenza come dimostrato da tutte le prove di laboratorio e dalle prove di carico che dettero costantemente inflessioni minime.

Le sollecitazioni massime di calcolo sono state mantenute entro il limite di 45÷50 Kg/cmq. pel calcestruzzo e di 1200 Kg/cmq. pel ferro.

In cemento armato sono state costruite anche le pareti delle celle per apparecchi ad alta tensione costruite sul solaio del primo piano. Tali pareti sono armate nei due sensi, verticale ed orizzontale, con i ferri verticali ancorati alle armature del sottostante solaio.

Nel solaio della sala raddrizzatori sono stati praticati fori ed aperture pel passaggio delle condutture elettriche.

Tutti i fori presentano gli orli opportunamente rinforzati con ferri, e nell'armatura della soletta si sono tenuti, compatibilmente con la resistenza del solaio, i ferri tra loro il più lontano possibile onde permettere l'eventuale apertura di altri vani senza per questo dovere procedere a tagli o a modifiche delle armature. Naturalmente tali armature sono state eseguite con la massima accuratezza lasciando altresì affiorare dei ferri piloti che consentono di individuare l'orditura in modo da potere praticare in qualsiasi momento con facilità e sicurezza altri fori od aperture.

I serramenti del fabbricato sono tutti metallici e costituiti da profilati speciali. Alcuni di essi hanno aperture a « vasistas », altri normali; tutte le aperture sono manovrabili dal basso.

Anche le porte, tanto interne che esterne, sono metalliche.

Le maniglie delle porte e delle finestre sono di bronzo o di anticorodal.

I vetri, ivi compresi quelli delle porte interne ove esistenti, sono opachi stampati non colorati salvo che per parte delle specchiature inferiori dei finestroni dove è stato adottato il tipo comune trasparente onde consentire al personale la visibilità della parte all'aperto.

Nel complesso sono stati posti in opera circa 600 mq. di vetri.

Le rifiniture sono state particolarmente curate per conferire all'edificio quella sobria linea di decoro tradizionale negli impianti del genere.

Diamo una succinta descrizione di tali rifiniture per i singoli ambienti del fabbricato.

Nell'ingresso e lungo la scala tutta, pianerottoli compresi, le pareti sono rivestite da una zoccolatura alta m. 1,20 e costituita da lastre dello spessore di tre centimetri di travertino a tinta calda lucidate a specchio nelle faccie viste tagliate contro falda a spigoli vivi.

I pavimenti, tanto dell'ingresso che dei ripiani della scala, sono a mosaico del tipo a « bollonato alla romana », costituito di elementi di dimensioni variabili da 5 a 12 centimetri di marmo bianco e nero portoro, lucidato a specchio.

I gradini sono costituiti da pedate di marmo breccia dorata lavorate e lucidate a specchio nella faccia vista e dello spessore di 3 centimetri e da alzate di travertino a tinta calda lucidato sempre a specchio e dello spessore di due centimetri. Su di essi è stata posta una guida di linoleum della larghezza di un metro.

La ringhiera delle scale è costituita da tubi di metallo anticorodal del diametro esterno di 40 millimetri e dello spessore di quindici decimi di millimetro armati nell'interno con tubi di ferro. Anche per i diffusori impiegati per l'illuminazione del vestibolo e delle scale si è ricorso all'impiego del metallo anticorodal.

Nella sala refrigeranti posta al piano terreno lo zoccolo, dell'altezza di m. 1,50, è di linoleum jaspé dello spessore di diciassette decimi di millimetro fissato a mezzo di listelli e di reggie metalliche. Il pavimento è di piastrelle rettangole di gré di colore rosso e dello spessore di 2 centimetri.

Nella sala quadro posta al primo piano lo zoccolo, dell'altezza sempre di m. 1,50, è pure di linoleum jaspé ed il pavimento è costituito di un tappeto di linoleum intarsio dello spessore di 5 millimetri con bordure celesti ed avana ed il fondo a finto marmo. L'illuminazione di tale sala è indiretta.

Anche nella sala raddrizzatori lo zoccolo è di linoleum jaspé ma il pavimento è invece un mosaico di porcellana di colore azzurro costituito di elementi quadrati aventi il lato di 2 cm. e lo spessore di circa 6 millimetri.

I locali posti al secondo piano e sovrastanti le sale quadro e raddrizzatori hanno gli zoccoli di linoleum jaspé ed i pavimenti di linoleum granito di colore avana misto dello spessore di tre millimetri.

Le due salette poste al primo ed al secondo piano presentano lo zoccolo sempre di linoleum jaspé alto però solo un metro ed il pavimento di piastrelle di ceramica durissima costituito da ottagoni rossi e quadretti bianchi con riquadratura.

Nella sala gru lo zoccolo, alto m. 1,50, è di piastrelle di maiolica smaltate colore verde oliva ed il pavimento è di pietrini di grés rettangolari delle dimensioni di mm. 35 × 70 × 15 di colore marrone scuro.

Nel locale sottostante ai condensatori sincroni il pavimento è identico a quello della sala gru ma lo zoccolo, sempre alto m. 1,50, è a vernice su intonaco di cemento.

Nella sala dei condensatori sincroni il pavimento è del tipo « bollonato alla romana » come quello dell'ingresso e dei ripiani delle scale.

Anche lo zoccolo è di lastre di travertino a tinta calda lucidate a specchio dello spessore di 3 cm. ma dell'altezza di m. 1,50.

I giunti di separazione, di cui abbiamo in precedenza fatto cenno, esistenti nel solaio interessano anche il pavimento dove sono realizzati da una reggetta di ferro che serve a contenere il « bollonato » ed ad evitare qualsiasi suo dissesto o slabratura.

La ringhiera di protezione lato sala gru è tubolare di metallo anticorodal come quella delle scale, come pure è dello stesso tipo il corrimano della scaletta che consente di scendere al sottostante locale.

In tutto il fabbricato le soglie delle porte, i davanzali delle finestre ed i piedritti dei vani sono di travertino.

All'esterno il fabbricato presenta alte zoccolature di travertino bianco di Tivoli ed al di sopra di queste vi è il paramento a mattoni. Tale paramento è costituito da normali mattoni forti però di tinta uniforme, a facce regolari, esenti da salnitro od altri sali che diano effluorescenze, da calcinaroli, ecc. in corrispondenza delle murature di riempimento, e da mattoncini a mano tipo romano in corrispondenza dei cementi armati che come precedentemente accennato, risultano esternamente completamente mascherati.

La notevole massa del fabbricato è interrotta ed alleggerita oltre che dal grande portale di travertino lucido posto in corrispondenza dell'ingresso ed estendentesi per tutta altezza, anche dalle finestre che sono tra loro architettonicamente collegate nel senso verticale da specchiature di cemento a finto travertino e incorniciate in ogni campata da riseghe del paramento che, partendosi dallo zoccolo, giungono fin sotto il cornicione.

La copertura a tetto è in gran parte nascosta da un alto attico il quale, assieme ad un semplice ma poderoso cornicione, completano la struttura in modo tale da dargli un carattere severo e solido che, pur distaccandolo completamente dai consueti fabbricati a carattere industriale, ben si addice alla destinazione dell'edificio.

Ben intonato alla costruzione il grande portone di ingresso in lamiera di ferro e vetri con varie decorazioni in metallo anticorodal.

FABBRICATO SERVIZI ACCESSORI.

È ad un solo piano e comprende la rimessa per due autocarrelli scala, i locali officina, magazzino, accumulatori ed il locale cessi.

L'altezza del fabbricato è, al piano di gronda, di circa 4 metri, salvo che per la rimessa autocarrelli che è alta, sempre al piano di gronda, sei metri.

L'edificio, a pianta rettangolare (m. 16,90 per m. 10,80), ricopre un'area di oltre 180 mq. ed ha una cubatura fuori terra di circa 820 mc.

Le fondazioni sono continue. L'edificio è tutto di muratura in pietra tufo vulcanico della resistenza di Kg. 100 a cmq. con malta di calce grassa e pozzolana. I muri hanno lo spessore unico di quaranta centimetri.

Nessuna parte è di cemento armato salvo il consueto cordolo di collegamento che è stato posto dove necessario.

Le piattabande sono di muratura di mattoni.

Il coperto è a tetto con capriate di ferro e tegole piane alla marsigliese con sottotegole di laterizi forati.

Tutti i serramenti sono di ferro.

All'esterno il fabbricato presenta una zoccolatura alta 60 centimetri di travertino bianco di Tivoli con superiore paramento a faccia vista di pietra tufo vulcanica in corsi di altezza inferiore a venti centimetri accuratamente lavorato a bugna. Un motivo decorativo atto a completare il fabbricato è costituito dalle piattabande di mattoni che, nella parte in vista, sono state eseguite con mattoncini a mano tipo romano e giunti stilati di spessore non superiore a dieci millimetri.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Su la manutenzione e l'utilizzazione delle automotrici (*Revue générale des chemins de fer*, 1° marzo 1938).

Non è ancora stato possibile formulare delle norme precise sull'utilizzazione e sulla manutensione delle automotrici per i seguenti motivi principali:

esistenza di un grande numero di tipi di automotrici con poche unità per ciascun tipo;

frequenti modifiche ed incertezze nei programmi di esercizio delle singole unità;

desiderio — per ragioni di economia — di utilizzare gli impianti esistenti in depositi di locomotive a vapore;

sfruttamento di personale giovane avente poca esperienza ferroviaria, perchè solo tra gli agenti giovani si trovano quelli aventi conoscenza dei motori a scoppio e a combustione interna.

Gli inconvenienti derivanti da questa situazione si sono manifestati specialmente nella scarsa utilizzazione delle unità in servizio e la loro eliminazione ha dato luogo a molti studi e ricerche di carattere organizzativo.

L'ex amministrazione delle Ferrovie dell'Est in Francia ha cercato di ridurre gli inconvenienti manifestatisi nel servizio, cercando di unificare i tipi di automotrici in circolazione sulla rete, provvedendo ad effettuare degli scambi con altre reti, ed anche cercando di unificare i tipi di molti apparecchi montati su automotrici di tipo diverso. A questo riguardo è bene avvertire che il rapido progresso delle automotrici è dovuto in gran parte alla concorrenza che le varie Amministrazioni Ferroviarie hanno lasciato che si stabilisse tra le case costruttrici e che una unificazione prematura sarebbe senza dubbio dannosa al loro ulteriore progresso.

Inoltre ha provveduto alla costituzione di depositi attrezzati espressamente per automotrici; topograficamente indipendenti o annessi ad un deposito di locomotive a vapore. Nel primo caso il deposito è gestito da un Capo deposito automotrici e nel secondo da un sottocapo alle dipendenze del capo deposito generale. In ogni modo grande cura si pone nella scelta del personale dirigente, il quale deve avere buona conoscenza tecnica dei motori a scoppio e a combustione interna.

I problemi preliminari che si devono risolvere per poter eseguire il progetto di un deposito per ricovero, manutenzione e riparazione delle automotrici, sono di due ordini: determinare il numero di automotrici che devono far capo ad un deposito, conosciuto il programma di esercizio a cui il deposito stesso deve soddisfare; progettare l'attrezzatura del deposito in relazione a questo numero.

La prima determinazione non è semplice, essendo altresì dipendente dall'omogeneità del parco dipendente dal deposito, dai tipi delle unità che lo costituiscono e dal servizio che devono compiere. Queste particolarità influiscono sopratutto sull'andamento delle revisioni parziali o complete delle unità e quindi sulla dotazione del deposito.

L'A. riporta a questo proposito il frutto delle sue osservazioni su quanto avviene nella Rete Ferroviaria dell'Est sulla quale sono in servizio automotrici Renault ABI (con un motore Renault da 265 o 320 Cv); Dietrich da 210 Cv (con due motori C.L.M. da 105 Cv.) e Dietrich da 320 Cv (con due motori Saurer da 160 Cv), avvertendo che le sue deduzioni non si possono estendere senz'altro a reti dotate di altri tipi di automotrici o con dotazioni più oppure meno omogenee di quella da lui considerata.

La manutenzione cui sono soggette le automotrici si può distinguere in: manutenzione corrente da farsi normalmente durante le soste tra una e l'altra corsa; manutenzione periodica ad intervalli corrispondenti ad una data percorrenza; riparazioni generali ad intervalli pure corrispondenti ad una data percorrenza multipla della prima.

La manutenzione corrente viene ulteriormente distinta in giornaliera, effettuata di regola dal personale di condotta e consistente nella visita degli apparecchi principali; piccole riparazioni in dipendenza di questa visita; ingrassatura, provvista di olio lubrificante e combustibile; sabbia ecc.; ed in manutenzione periodica, ogni 4000 Km. circa di percorrenza comprendente la verifica degli iniettori, il cambio delle reticelle dei filtri, verifica dei freni, ecc.

Anche queste operazioni sono riservate ai conducenti, per quanto l'attuale tendenza sia di affidarle al personale del deposito allo scopo specializzato.

La manutenzione periodica si fa ogni 25.000 Km. di percorrenza ed esige un sosta di circa cinque giorni dell'automotrice. I lavori da eseguire durante queste operazioni sono essenzialmente i seguenti:

smontaggio del motore e dei carrelli; pulizia accurata di tutte le parti meccaniche, rettifica dei pistoni e delle valvole; verifica della trasmissione, del profilo dei cerchioni, dei compressori, delle pompe, delle valvole, dell'impianto pneumatico, dell'apparecchiatura elettrica, dei comandi elettropneumatici, dell'impianto d'illuminazione.

L'esperienza insegna che è bene costituire una squadra specializzata per questo genere di operazioni.

Per le riparazioni generali valgono le seguenti osservazioni di carattere generale.

La cassa si conserva più a lungo delle altre parti in stato di buona conservazione e da osservazioni effettuate è risultato che è necessaria una revisione generale di questa parte dell'automotrice ogni 150.000 Km. Non così può dirsi per gli altri organi essenziali quali i motori, gli organi di trasmissione e i carrelli le cui esigenze, in fatto di revisione e di riparazione generale, dipendono dal tipo di automotrice e sopratutto dal genere di servizio cui l'automotrice è adibita.

Per le automotrici che assolvono un servizio rapido si può ritenere che sia sufficiente questa revisione ogni 150.000 Km. di percorrenza, coincidente cioè con quella della cassa; per quelle adibite a servizi di tipi svariati, cioè rapidi, diretti e omnibus, che affaticano molto più gli organi della macchina, si consigliano le revisioni ogni 75.000 Km.; infine per quelle che svolgono solo servizi omnibus si tende ad accorciare il periodo di revisione generale ai 125.000 Km. effettuando allora anche la revisione della cassa.

Queste revisioni generali devono farsi all'infuori delle visite periodiche ad ogni 25.000 Km.; di modo che all'intervallo di 150.000 Km. si hanno per un'automotrice cinque visite periodiche ed una revisione generale. Le durate delle singole visite si aggirano su mezza giornata per quelle ogni 4000 Km.; sui cinque giorni per quelle ogni 25.000 Km.; sui 10-12 giorni per quelle parziali ogni 75 000 Km.; e sui 25 ÷ 30 giorni per quelle generali ogni 150.000 Km.; totalizzando così un periodo di circa 75 ÷80 giorni ogni 150.000 Km. per le operazioni di riparazione e revisione.

Tenendo conto di questi dati e di tutte le altre esigenze del servizio, si conclude che un'automotrice in buone condizioni di manutenzione può assicurare il servizio teorico dato dal seguente prospetto:

Servizio	Tempo occorrente per percorrere 150.000 km.	Percorrenza media giornaliera
Rapido	250 ÷ 300 giorni	540 km.
Diretto	300 ÷ 350 »	460 »
Omnibus	350 ÷ 400 »	400 »

Le quantità indicate rappresentano un limite ottimo al quale le automotrici delle Ferrovie delle Reti Francesi si avvicinano solo molto di lontano, salvo casi eccezionalmente favorevoli. La causa della differenza risiede nell'eterogeneità dei servizi che obbliga a soste non utilizzate per la manutenzione. Tenuto conto, in modo ragionevole, delle perdite che si possono verificare, si possono assumere i chilometraggi medi giornalieri, per ciascuno dei tre casi suddetti, in 400, 325, 275 Km.

Il numero di automotrici da assegnare ad un deposito che debba assicurare in servizio giornaliero di K chilometri è dato da

$$n = N + n_1 + n_2$$

dove N è il rapporto tra K e il chilometraggio medio giornaliero di cui sopra; n_1 è il numero di automotrici immobilizzato per la manutenzione dato da $n_1 = \frac{80\ K}{150.000}$, ed n_2 sono le unità di riserva: — n_2 varia da 1/4 a 1/3 di N, a seconda dell'entità di N stesso.

L'A. dell'articolo passa infine ad illustrare un progetto di deposito ed officina per automotrici.

Espone alcune norme di carattere prevalentemente pratico che consiglia di seguire; fissa le dimensioni dei fabbricati in relazione al numero ed al tipo di unità precedentemente stabiliti; illustra le varie parti dell'impianto e dell'attrezzatura da lui ritenuta più conveniente; facendo riferimento al caso concreto di un deposito al quale fa capo un numero fissato di unità di dato tipo. — L. La Magna.

(B. S.) Un treno americano per merci espresse (*Glasers Annalen*, 15 marzo 1938).

Ogni giorno feriale fa servizio tra Chicago e Memphis un treno per merci espresse della ferrovia Illinois Central, il quale copre l'intero percorso di 843 km. in sole 12 ore 50'; con una velocità commerciale quindi di 65,5 Km./ora, e una velocità media effettiva di 71 Km./ora; cosicchè esso costituisce il treno merci più veloce del mondo. Se si considera poi anche la ragguardevolissima distanza coperta, si comprende come le ferrovie americane siano giustamente orgogliose di tali risultati.

Il treno fa servizio soltanto dall'ottobre 1936; si cominciò con 25 carri; ma si giunse presto a 48 carri, con una media di 40. Esso viene rimorchiato da una locomotiva 2 C-1, per composizioni inferiori a 40 carri, e da una locomotiva 1 D-1, per composizioni superiori. I carri vengono accuratamente visitati prima della partenza e ad ogni fermata, per vedere se la lubrificazione dei cuscinetti è in ordine: in tal modo si ottiene che i casi di riscaldo sono rarissimi.

Il treno viene formato presso i piani caricatori di Water Street, della ferrovia Illinois Central; tale stazione merci si dice sia quella di maggior traffico di tutti gli Stati Uniti. Ad essa confluiscono giornalmente un gran numero di carri merci da tutti gli Stati; le merci sono inoltrate col treno in parola. Lo smistamento viene effettuato nel parco di partenza del treno, e non al punto di arrivo dei carri; con ciò si risparmia una intera giornata nell'inoltro delle merci. Un certo numero di carri destinati a formare il treno provengono invece da vari punti, dove si effettuano i carichi in collettame. Da due a tre carri contengono regolarmente merci facilmente deperibili; altri carri vengono caricati dagli speditori stessi; il treno trasporta anche giornali in pacchi: questo è l'unico caso, in cui i giornali vanno a distanze notevoli con treni merci.

La maggior parte del carico del treno si effettua nel pomeriggio, dalle 16 alle 17; si cura in modo particolare affinchè tutte le scritturazioni connesse con le merci in arrivo siano effettuate tempestivamente.

All'arrivo a Memphis i carri destinati colà vengono posti subito sotto scarico; la società adibita ai trasporti espressi effettua imediatamente l'inoltro delle merci. Si è notato, per esempio, che in un determinato caso preso particolarmente in esame, solo sei minuti dopo l'arrivo del treno i carri stavano già ai piani caricatori. La società degli espressi durante la notte viene a sapere quanti colli deve inoltrare, in modo che al mattino essa può far trovare pronti gli au-

tocarri necessari. Dopo 68 minuti, sempre nel caso considerato, fino all'ultimo collo era consegnato. Sicchè 18 ore dopo la rimessa dello speditore una buona parte delle merci era già nelle mani dei destinatari.

L'articolo riporta infine una completa descrizione dello svolgersi del servizio in un giorno scelto a caso: tale descrizione è interessante, in quanto fa vedere con quanta cura siano attuati tutti i provvedimenti che possono contribuire, sia pure in minima misura, all'acceleramento delle operazioni; così si spiega la prestazione veramente ammirevole di un tale treno. — F. Bagnoli.

(B. S.) L'acciaio fuso e le ferrovie (*Railway Age*, 5 febbraio 1938).

Il progresso nella fusione dell'acciaio, specialmente in pezzi di grandi dimensioni, ha avuto un grande impulso dalla perfezione raggiunta dalla tecnica della saldatura, che ha reso possibili molte riparazioni che prima non era pensabile di poter eseguire.

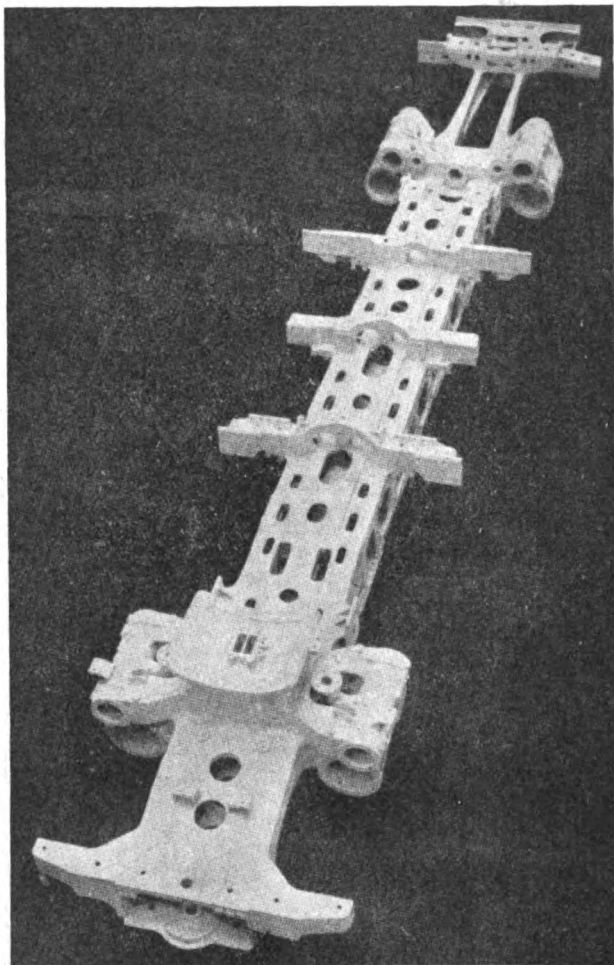



Fig. 1.

Nelle ferrovie americane, l'impiego di strutture importanti in acciaio fuso ha incontrato grande favore specialmente per il materiale destinato alle alte velocità ed ai forti carichi, cioè in quello più sollecitato. I risultati finora ottenuti autorizzano le più rosee speranze per il futuro, in quanto l'unico ostacolo che si oppone all'impiego, in forma generale, dell'acciaio fuso è il suo costo elevato; ostacolo che potrà essere superato dal perfezionamento della tecnica della fonderia per i pezzi di grandi dimensioni.

L'acciaio fuso ha avuto importanti applicazioni nella costruzione dei telai di locomotive, di carrelli per vetture viaggiatori, di casse e carrelli per tender e carri merci.

La tendenza ferroviaria attuale è verso le grandi velocità, sia per i treni viaggiatori che per quelli merci; tendenza che esige l'adozione di materiale più solido e più costoso.

Le più alte velocità e le maggiori percorrenze giornaliere delle moderne locomotive permettono un risparmio notevole di spesa per la manutenzione e per gli altri servizi, le spese di manutenzione del binario assorbono ora una parte notevole del bilancio, e si deve cercare, progettando nuovi tipi di materiale mobile, di influire favorevolmente su tutti questi capitoli del bilancio.

Un passo decisivo su questa via è stato fatto, grazie all'impiego di locomotive con telaio in acciaio fuso d'un sol pezzo.

La locomotiva « George H. Emerson » 4-4-4-4 posta in servizio lo scorso luglio sulla Baltimora-Ohio, il cui telaio è illustrato nella figura 1, offre un esempio notevole di locomotiva con telaio

di un pezzo ed è stato constatato che gli sforzi nelle rotaie, prodotti da questa locomotiva, sono minori di quelli prodotti da altri tipi della stessa potenza.

Questo telaio porta i cilindri motori fusi e formanti un corpo unico con esso. Gli sforzi nella macchina e nell'armamento sono ridotti da un sistema di sospensione a molle che rende molto dolce ed elastica la marcia. L'effetto degli urti è distribuito sulle molle della sospensione ed il lavoro d'urto è in gran parte dissipato.

L'ultimo modello di telaio di locomotiva costruito è quello per una 4-8-4 dell'Union Pacific, illustrato nella fig. 2, il quale porta fusi in un sol pezzo, oltre ai cilindri motori, anche il cilindro del freno, la pompa dell'aria, le sedi per i cuscinetti degli assi ed i supporti della caldaia.

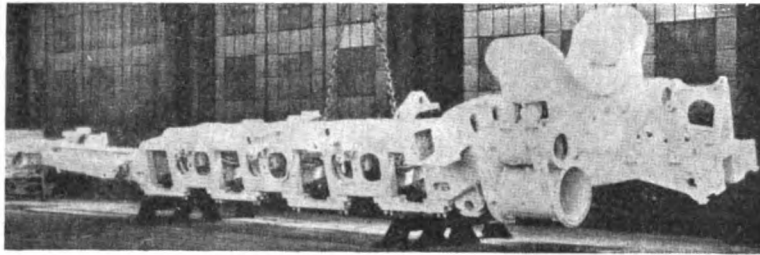



FIG. 2.

È da rilevare da quando detto, una forte tendenza verso l'eliminazione di pezzi staccati di qualche importanza, cercandosi all'opposto di ottenere strutture fuse della massima mole possibile. Pare che in questo modo anche le spese di manutenzione possano essere convenientemente ridotte.

Prima della adozione del telaio fuso, la percorrenza annua delle locomotive variava dalle 20.000 alle 50.000 miglia; col detto telaio invece si giunge alle 100 ÷ 150.000 miglia ed è in vista il raggiungimento delle 200 ÷ 300.000 miglia.

Il primo tender con telaio di un solo pezzo in acciaio fuso apparve nel 1907, incontrando subito grande favore.

Dopo la guerra mondiale si videro i primi tender con carrelli a sei ruote, aventi grande capacità d'acqua e di carbone, molto adatti a lunghi viaggi in regioni sprovviste di acqua.

La tendenza ad adottare tender di grandi capacità si generalizzò assai rapidamente perchè permette una buona economia nelle spese di manutenzione. Questa tendenza ebbe poi un altro notevole impulso col diffondersi delle strutture in acciaio fuso che permettono l'impiego di pareti più sottili e leggere senza compromettere la resistenza del veicolo. Si è giunti così a tender delle capacità di oltre 100 mc. d'acqua e 36 tonn. di carbone.

I carrelli a sei ruote si diffusero per i tender di grandi dimensioni allo scopo evidente di ripartire maggiormente il carico totale sugli assi e sull'armamento.

Anche i carrelli per le carrozze viaggiatori destinate ai servizi rapidi sono stati oggetto di studi e di ricerche minuziose. In un primo tempo è prevalso il concetto di non aumentare il peso del carrello con adozione dei tipi a 6 ruote, poi questo concetto fu superato da altre considerazioni relative alla resistenza ed alla regolarità della marcia ed allora il carrello a 6 ruote venne diffusamente applicato. Un passo notevole sulla via della regolarità della marcia venne fatto per merito dei supporti a molla collocati ai quattro angoli della traversa oscillante che permettono una eguale ripartizione dei pesi in senzo trasversale, longitudinale ed anche diagonale.

I carrelli a sei ruote si comportano meglio di quelli a quattro anche durante la frenatura alle alte velocità.

I carri merci con telaio in acciaio fuso sono ora molte migliaia ed il loro comportamento, specialmente sotto gli urti cui è soggetto questo materiale, è veramente tale da incoraggiarne maggiormente la diffusione. Gli urti violenti, che sono letali per i carri merci di tipo ordinario,

sono pochissimo avvertiti da quelli di nuovo tipo. Dato però il numero elevato di carri occorrente per lo svolgimento del servizio merci ed il costo notevole di quelli con telaio in acciaio fuso, l'impiego su vasta scala di questo tipo di carri dipende dalla possibilità di una forte riduzione del loro costo; cioè è legato ai progressi che la tecnica della fonderia potrà fare specialmente dal punto di vista economico. — L. LA MAGNA.

(B. S.) L'ultimazione della prima parte dell'elettrificazione della cintura ferroviaria di Varsavia (*Inzynier Kolejowi*, gennaio 1938).

Quantunque il primo progetto di elettrificazione della cintura ferroviaria dï Varsavia rimonti al 1921, soltanto nel 1933 furono assegnati i lavori a due ditte inglesi, la The English Electric Co. e la The Metropolitan Vickers Electrical Export, le quali si impegnarono di eseguirli a credito, come pure di fornire i 10 locomotori occorrenti per l'esercizio delle tratte elettrificate. Queste sono: da Varsavia a Zyrardów; a Otwock; a Misnsk Maz.

Le ferrovie di Stato polacche, invece, eseguirono coi propri fondi i lavori inerenti alle linee primarie a 35.000 V., alla posa del cavo ad alta tensione del tratto di linea che attraversa la città, alla costruzione delle officine, degli edifici, ecc.

Complessivamente si sono elettrificati 210 Km. di binario principali e circa 50 Km. di binari di ricovero. L'energia elettrica, portata dalla primaria a 35.000 Volt corrente alternata, è convertita in 3.300 Volt corrente continua.

Tutto il parco veicoli (10 locomotori per il rimorchio di treni a lungo percorso, e 76 treni composti di una automotrice a due vetture rimorchio)sono stati fabbricati in Polonia. In un prossimo futuro verranno elettrificate le rimanenti linee suburbane, e cioè quella che va a Bialegostok, quella che va a Lowicz, quella di Radom e quella che va a Legionów.

I risultati dell'elettrificazione si dimostrano già soddisfacentissimi. Si è avuto un aumento rispettivamente del 50 % e del 20 % nel numero dei viaggiatori sulle due linee. Si è avuto poi un sensibile accorciamento degli orari (28 % per due linee e 18 % per un tratto); come pure un risparmio di 4,5 milioni di zloty all'anno nelle spese di esercizio. La spesa occorsa per l'elettrificazione è stata di 52 milioni di zloty; quella per l'acquisto del nuovo parco veicoli è stata di 38 milioni di zloty. I risultati saranno certamente migliori quando — come è dato prevedere — aumenterà il traffico sulle tratte, elettrificate. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Utilità e difficoltà della documentazione tecnica.

In uno dei suoi ultimi fascicoli mensili, la Rivista « *Alta Frequenza* » ha richiamato l'attenzione sul largo posto da essa assegnato alla documentazione ed ha insistito sull'utilità delle recensioni ben fatte e sulle difficoltà del lavoro che esse richiedono.

La scelta degli studi e delle memorie più notevoli, che appaiono con inesorabile periodicità nelle varie lingue, implica anzitutto lo spoglio sistematico di una vasta massa di periodici — e spesso implica anche coraggiose rinunzie — da parte di chi possa avere una continua visione panoramica di tutte le questioni che si agitano nel proprio campo e, formando una giusta prospettiva degli argomenti e dei vari contributi, possa stabilire ciò che ha un reale valore di originalità o di attualità o possa far sperare un orientamento fecondo di progresso.

Quanto al recensore, « *Alta Frequenza* » trova che, « anche nell'adempiere strettamente al suo compito, egli ha campo di esplicare la sua personalità: bastano a tal fine, pur senza che egli nulla vi aggiunga del suo, l'inquadramento anche con brevissime frasi del soggetto trattato, il rilievo dato al punto saliente, la luce in cui vien posta la conclusione di maggior interesse, il raggruppamento in un'unica segnalazione di più di un contributo originale. Piccole sintesi, raccostamenti, paralleli, capaci di fornire in breve a chi legga notizie che altrimenti gli

sfuggirebbero: materia in certa guisa già elaborata da un lettore competente, che ha severato in essa la parte essenziale e la offre agli altri lettori in modo da agevolare la loro fatica e da risparmiar loro eventualmente lo sforzo e le difficoltà di ricercare e di studiare l'originale ».

Siamo pienamente d'accordo nel riconoscere l'importanza dell'opera compiuta da quanti collaborano alle rubriche della documentazione.

« È un'opera che rimane in parte oscura, ma che, forse proprio per questo, risulta in definitiva una delle più utili: e non solo per chi ne gode i frutti, ma anche per chi vi partecipa ».

(B. S.) Danni recati alle rotaie dalle locomotive (*Railway Age*, 9 aprile 1938).

Nella seduta del 16 marzo del Western Railway Club di Chicago, il sig. A. A. Miller, ingegnere del Mantenimento, ha inquadrato il problema della manutenzione del binario quale oggi si presenta, e il sig. D. S. Ellis ha parlato delle misure che si vanno prendendo per risolvere tale problema. Ecco un riassunto della interessante discussione.

Il problema. — I danni che le locomotive arrecano alle rotaie possono essere classificati in sei gruppi che, non in ordine d'importanza, sono: consumo del fungo; spostamenti del metallo del fungo; schiacciamento delle estremità; lesioni interne trasversali; arrotature localizzate; piegature.

Consumo. — La perdita di metallo dovuta all'azione abrasiva dei cerchioni è particolarmente forte nelle rotaie esterne delle curve, anche quando tutti i bordini sono in condizioni normali. Ma se i bordini sono taglienti essi possono asportare dalle rotaie trucioli di metallo notevolmente grossi (curve in binari di servizio). Si sono spesso osservati trucioli conteneti più metallo di un filo N. 14 asportati al passaggio di una sola ruota. Più spesso però tale forma di danneggiamenti si manifesta con una striscia di limatura di ferro depositata presso la suola delle rotaie.

Mentre tal genere di danneggiamento è grave nei luoghi in cui si verifica, fortunatamente i punti in cui i bordini logorano le rotaie sono relativamente pochi e perciò è possibile eliminare l'inconveniente adottando dispositivi lubrificatori delle rotaie. È risultato che essi valgono la spesa che costano ed è probabile che con il loro ulteriore sviluppo la vita delle rotaie in curva possa essere aumentata tanto da renderla paragonabile a quella delle rotaie in rettilineo.

Spostamenti di metallo nel fungo. — Derivano dalla piccolezza della superficie di contatto fra cerchioni e rotaie, e dal fatto che le tensioni che si trasmettono attraverso tale superficie superano il limite elastico del metallo. In questo senso le grandi ruote motrici delle locomotive sono meno dannose di quelle piccole per la maggiore estensione della superficie di contatto. Lo spostamento del metallo si manifesta nelle sbavature che si notano ai lati del fungo.

Questa forma di danneggiamento si aggrava nelle rotaie interne delle curve sui binari a traffico totale, ove la sopraelevazione deve essere un compromesso fra quella che compete ai treni rapidi e quella relativa ai treni lenti. Con questi ultimi la maggior parte del peso della locomotiva è sopportata dalla rotaia interna, il che aumenta la pressione unitaria e quindi lo spostamento del metallo.

Per ridurre questo inconveniente occorrerebbe ripartire i carichi su superfici più estese (adozione di più ruote; modificazione della forma dei cerchioni).

Schiacciamento delle estremità. — È il fattore che influisce maggiormente sulle spese di manutenzione del binario. Lo schiacciamento delle teste è un altro effetto dello spostamento del metallo dovuto a pressioni troppo concentrate. In questo caso il metallo si riversa nell'intervallo fra le rotaie ove è meno sostenuto.

Questa forma di danneggiamento diminuisce col diminuire degli intervalli di dilatazione e si annulla se gli intervalli vengono aboliti. Lo schiacciamento provoca un aumento del martellamento, il quale ha anche l'effetto di scompaginare la giunzione. Sembra che i binari molto rigidi (su cal-

cestruzzo) tendano ad aumentare il martellamento, perciò non deve sperarsi di trovare il rimedio a tale inconveniente aumentando la rigidezza del binario. L'indurimento del metallo all'estremità delle rotaie è un mezzo utile per diminuire lo schiacciamento e il ricarico delle estremità schiacciate, accompagnato dal ricambio delle ganasce e delle chiavarde serve ad aumentare la vita delle rotaie.

Anche per questo genere di danneggiamento gioverebbe modificare il disegno delle locomotive nel senso di diminuire le pressioni specifiche sulle superfici di contatto fra ruote e rotaie.

Lesioni interne trasversali. — Sono dovute alle tensioni interne provocate nelle rotaie dalle ruote e si sviluppano da microscopiche fratture interne risultanti come conseguenza di un troppo rapido raffreddamento delle rotaie durante la costruzione. Queste minuscole fratture danno luogo ad asperità interne dalle quali si sviluppano le lesioni durante l'inversione delle tensioni. È noto infatti che le asperità interne devono essere evitate in pezzi soggetti ad inversione delle tensioni. Le tensioni interne che provocano lo sviluppo delle fratture sono quasi certamente tensioni di trazione che si verificano mentre il fungo è soggetto a compressione funzionando l'intera rotaia come una trave inflessa. Perchè dette trazioni possano causare lo sviluppo delle fratture è necessario che superino le compressioni dovute alla flessione. Queste ultime assumono valori grandissimi in corrispondenza al lembo superiore del fungo, ma le lesioni trasversali hanno origine alquanto al disotto di tale lembo.

Questi fatti sembrano condurre alla conclusione che è soltanto un peso eccezionalmente forte, e probabilmente quello dovuto ad una ruota di piccolo diametro, che può essere capace di creare una tensione interna di trazione tanto forte da superare la compressione dovuta alla flessione.

Fortunatamente l'apparecchio Sperry permette di scoprire la maggior parte delle lesioni interne finchè esse sono ancora tanto piccole da permettere la sostituzione delle rotaie prima che si verifichino incidenti. Tale apparecchio permette anche, mediante successivi esami, di seguire l'aumento progressivo delle lesioni per effetto del traffico.

Dati i recenti progressi della costruzione delle rotaie, questa parte del problema sembra avviata a soluzione, ma per quanto riguarda le migliaia di Km. di rotaie in esercizio che contengono lesioni interne allo stato potenziale, un vantaggio si avrà, anche in questo caso, diminuendo la pressione specifica sulle rotaie.

Arrotature localizzate. — Sono dovute allo slittamento delle ruote motrici all'avviamento. Sulla superficie della rotaia si formano zone incavate corrispondenti alle sfaccettature che si producono sulle ruote quando slittano durante le frenate. Tali danneggiamenti sono frequenti nei punti in cui i pesanti treni viaggiatori devono avviarsi in condizioni difficili.

Le arrotature sono considerate non pericolose ma generano disturbo al rotolamento. Disgraziatamente esse vengono registrate dall'apparecchio Sperry e si sono verificati casi in cui l'operatore fu tratto in inganno da arrotature coincidenti con lesioni interne e non si accorse della lesione credendo che l'indicazione fosse dovuta all'arrotatura. Si sono verificate rotture sotto esercizio derivanti appunto da lesioni interne non scoperte perchè coincidenti con arrotature.

Piegature. — Sono causate da eccessivo carico sulle rotaie considerate come travi portanti e si presentano con diversa gravità: da quelle localizzate che richiedono l'immediata sostituzione della rotaia a quelle distribuite su lunghi tratti (ondulazioni) che provocano disturbo alla corsa dei treni. È il genere di deterioramento più attuale, perchè direttamente collegato con la velocità.

Prima delle attuali grandi velocità le ondulazioni erano quasi sempre prodotte dal trasporto a rimorchio di vecchie locomotive in demolizione prive di contrappesi o al transito di locomotive mal progettate dal punto di vista dell'equilibramento delle masse oscillanti. Questi casi erano caratterizzati dalla regolare spaziatura delle piegature, dalla cui misurazione si poteva risalire al diametro delle ruote danneggiatrici.

Recentemente però è apparso un nuovo genere di piegature consistenti in avvallamenti più estesi dei precedenti e distanziati senza regolarità. È opinione diffusa che questa nuova forma di

danneggiamenti sia dovuta ad una combinazione di condizioni che si verifica in dipendenza delle odierne grandi velocità.

I rilievi eseguiti sembrano dimostrare che alcuni piegamenti sono indipendenti dalla rigidezza (peso) delle rotaie, mentre altri potrebbero essere diminuiti aumentando tale peso se questa soluzione fosse possibile finanziariamente.

Ad ogni modo è certo che una maggiore collaborazione fra progettisti delle locomotive e ingegneri della linea avvierebbe il problema alla soluzione, perchè la maggior parte delle piegature deriva da cattivo equilibramento delle masse oscillanti. Recentemente il « Comitato per lo studio delle sollecitazioni nel binario » in seno all' « Area » ha messo in evidenza alcuni punti deboli dei metodi attualmente seguiti per l'equilibramento delle locomotive. Per esempio, si commette un notevole errore se non si tiene conto che le bielle non sono situate nel piano delle ruote e delle rotaie, perchè il braccio aumenta l'effetto d'inerzia. Inoltre alcuni usano equilibrare le bielle dopo il loro montaggio, ma può avvenire che qualche ruota sia di per se stessa squilibrata, mentre l'insieme risulta equilibrato. D'altra parte anche la conicità dei cerchioni e lo scartamento influiscono sul comportamento in corsa delle locomotive ed è probabile che una piccola riduzione di entrambi questi elementi potrebbe risultare giovevole, come pure l'alleggerimento dei pezzi oscillanti ottenibile mediante l'impiego di acciai speciali.

La soluzione. — Gli effetti dinamici non sono però dovuti esclusivamente alle masse oscillanti. Nel caso di corpi ruotanti non perfettamente equilibrati nascono delle vibrazioni che si estendono a tutte le parti della struttura e alla sottostruttura. Nel caso del binario il periodo di vibrazione è influenzato dalla forma, lunghezza e peso delle rotaie, dal peso, distanza e condizioni delle traverse e dalla elasticità della massicciata. Nei punti in cui il periodo di oscillazione del binario coincide con quello delle masse sovrastanti, può avvenire che masse oscillanti relativamente piccole producano effetti enormi. Anche per questo motivo le vecchie locomotive, impiegate a velocità maggiori di quelle per cui vennero costruite, possono essere dannose per il binario, poichè tali velocità possono essere quelle critiche di risonanza.

L'adattamento delle vecchie locomotive alle nuove velocità viene compiuto utilizzando tutti quegli espedienti che la costruzione permette, ma ci sono numerosi dettagli che non si possono variare perchè richiedenti spese proibitive, e perciò quasi tutte risultano male equilibrate anche dopo le modifiche.

Per quanto riguarda gli acciai speciali, la loro utilità è messa in evidenza da una tabella comparativa degli effetti dinamici relativi a due locomotive a vapore recentemente costruite con tali acciai e ad analoghe locomotive costruite con gli acciai al carbonio.

A questo proposito però è bene notare che all'uso degli acciai speciali deve essere dedicata molta attenzione e che in nessun caso se ne dovrà abusare se si vorranno ottenere i vantaggi che se ne attendono.

Oltre alle già considerate cause di danneggiamenti al binario, ve n'è ancora una assai importante, ed è la spinta laterale esercitata sulle rotaie in curva dalle locomotive a lungo passo rigido. Questa sollecitazione tende ad aumentare con la richiesta di maggiori velocità per il corrispondente aumento del diametro delle ruote. Per diminuirla si dovrebbe studiare attentamente il comportamento dei cerchioni in curva, affinchè ci sia la minima tendenza di contatto fra i bordini e la rotaia esterna e il minimo movimento trasversale dei cerchioni sulle rotaie, elementi che non solo aumentano la resistenza al moto, ma accrescono anche la tendenza al deragliamento. La considerazione dei moti laterali del telaio potrebbe anche portare, se necessario, a modificare il passo rigido mediante l'uso di dispositivi di resistenza laterale applicati sugli assi motori estremi.

Da tutto quanto precede appare evidente che le continue richieste di aumento di velocità hanno riportato in primo piano d'interesse molti vecchi problemi, e che notevoli miglioramenti nel disegno delle locomotive si potranno ottenere realizzando una più stretta collaborazione fra progettisti e ingegneri della linea. — G. ROBERT.

(B. S.) Le prove su vetture di nuovo tipo a sospensione pendolare (*Railway Age*, 12 febbraio 1938).

Recentemente è stata posta in esercizio a titolo di esperimento in California un'unità composta di due vetture riunite, di nuovissimo tipo « a pendolo », appositamente studiate per ottenere il minimo peso, e quindi economia di costo, un basso centro di gravità, alti coefficienti di sicurezza e dolcezza di marcia.

Specialmente interessante e del tutto nuovo è il sistema di sospensione prescelto. La cassa della vettura virtualmente è sospesa al carrello, e ondeggia su soffici molle a spirale verticali, in un piano situato superiormente al centro di gravità della cassa stessa. Queste molle permettono, mediante l'inflessione orizzontale, tutti i movimenti relativi necessari tra carrello e cassa: questo movimento è regolato e controllato da una coppia di bielle orizzontali e limitato elasticamsnte mediante tamponi di gomma, che agiscono tra la cassa e il telaio del carrello, a un'altezza notevolmente superiore al centro di gravità della cassa.

Il molleggiamento principale della cassa verificandosi sopra il centro di gravità, è molto dolce; e la tendenza della cassa a rullare nelle curve è in grado di correggere gli sforzi laterali non com-

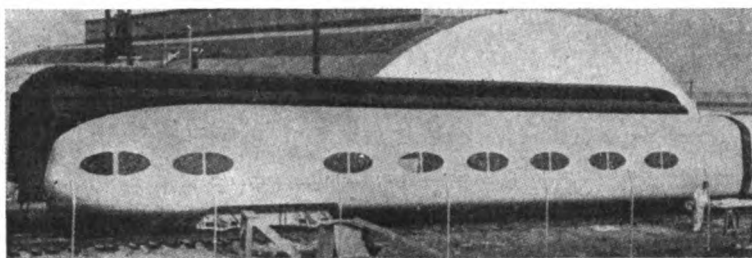



Fig. 1. — La parte posteriore del veicolo a due unità articolate del tipo « Pendulum ».

pensati che eventualmente si avessero. Quest'azione che in inglese si chiama « bank » è in diretto contrasto con il comportamento di una vettura normale, i cui carrelli si inclinano verso l'esterno nelle curve insufficientemente sopraelevate. Parimenti, la limitazione di movimenti laterali della cassa della vettura data da questo nuovo sistema di sospensione può essere progettata per una frequenza bassa quanto si vuole, dato che l'azione non è limitata, come in un carrello normale, dalla lunghezza del bilanciere oscillante. Tanto per il movimento verticale che per il laterale, vi sono semplici smorzatori di urti destinati ad attutire la risonanza o l'oscillazione armonica.

L'unità sperimentata, descritta dall'articolo, si compone (vedi fig. 1) di due casse, sospese a tre carrelli, di cui quello centrale costituisce un collegamento articolato tra le due casse. La struttura di sospensione di ciascun carrello è situata in incavi praticati nel corpo della cassa. La lunghezza totale della cassa anteriore è di m. 21,35, e quella della cassa posteriore è di m. 24,10. Dato che il peso complessivo del veicolo articolato è di sole 29,5 tonn., i carichi per asse sono limitati. Il centro di gravità si trova all'incirca a cm. 114 sopra il piano del ferro. L'unità può venire attaccata a una vettura normale a carrelli, per le necessarie prove comparative.

Fig. 2. — Carrello con gli organi speciali di supporto molleggiato della cassa.

Il carrello (vedi fig. 2) è costruito molto solidamente, di acciaio ad alta resistenza saldato elettricamente. Il telaio del carrello riposa su molle semiellittiche, portate da bilancieri per boccole, i quali a loro volta poggiano sulle boccole con l'intermediario di tamponi di gomma; e cioè allo

scopo di permettere un piccolo movimento trasversale degli assi. Dato che non vi sono contatti metallici mobili o superfici scorrevoli in cui si possano verificare consumi o giuochi, le ruote, gli assi, i supporti e il telaio sono immuni da forti scosse o da sollecitazioni di urto. Una apposita molla a balestra serve a sopportare il colpo, ma non la torsione, data dall'azione di frenatura. Tutto il complesso della boccola è munito di flange di guardia, fatte a guisa di guida libera a piedistallo, e ciò allo scopo di trattenere la boccola nel caso di avaria delle parti di gomma o delle molle.

È particolarmente interessante la descrizione del modo di funzionare del sistema di sospensione.

Come si vede dalla fig. 2, il carrello ha due torri imbullonate rigidamente al telaio, in modo da funzionare come un tutto. Le molle a spirale montate sulle torri portano la cassa con una inflessione statica di circa 215 mm.; ciò costituisce un molleggiamento molto più dolce di quello delle solite vetture ferroviarie. Queste molle sono progettate in modo speciale, per permettere movimenti tanto laterali che assiali. Il braccio laterale di arresto, munito di rivestimento di gomma, che si vede di lato alla torre, si collega alla cassa attraverso una bielletta situata all'altezza di circa 580 millimetri sopra il centro di gravità della cassa vera e propria. Questo sistema di controllo laterale è fatto per fornire un arresto dolce al centro della corsa e per irrigidirsi mano a mano che esso viene spostato dal carico laterale contenuto. La disposizione longitudinale del carrello è ottenuta mediante un'asta tubolare intercomunicante, collegata tanto al carrello che alla cassa per mezzo di un nuovo tipo di respingente in gomma; questi respingenti permettono il regolare movimento angolare della bielletta richiesto e provvedono anche all'attutimento di colpi o di urti.

Dalle prove finora eseguite si ha l'impressione che con questo tipo di veicoli si potrà rendere il viaggio assai più comodo e confortevole. Vi si può stare in piedi e camminare con molto maggiore senso di stabilità che non nelle usuali vetture; così pure è facilitata la scrittura al tavolo. Gli esperimenti però continueranno, allo scopo principalmente di studiare il comportamento del veicolo alle varie condizioni di tracciato di linea, di stato del binario, ecc. — F. BAGNOLI.

(B. S.) La resistenza dell'aria sui treni diretti (*Schweizerische Bauzeitung*, 12 marzo 1938).

Si descrivono i risultati delle esperienze eseguite in Inghilterra nel canale per prove aerodinamiche del National Physical Laboratory, su modelli di treni costruiti in scala 1:40. Questi modelli rappresentavano differenti composizioni di treni; innanzi tutto, di treni della stessa sagoma di quelli effettivamente circolanti sulle linee inglesi; in secondo luogo, i treni a sagoma migliorata mediante la soppressione di sporgenze sulla cassa delle vetture e il rivestimento inferiore della locomotiva e delle vetture; in terzo luogo, di un treno ideale, di forma aerodinamica. Nella maggior parte delle prove la velocità dell'aria e la direzione della corrente di questa vennero variate rispettivamente tra 9 e 26 m:sec., e tra 0° e 30°. Per ottenere l'effetto del binario, i modelli pendevano da una trave di acciaio su un piano costruito nella mezzeria del canale.

Dei risultati delle prove eseguite i più importanti sono i seguenti:

1) La forza esercitata su un treno dal vento della velocità, per esempio, di 160 km/ora, dipende dalla direzione del vento; nel seguente modo: lo sforzo laterale cresce, naturalmente, con l'angolo d'incidenza del vento; precisamente nel treno ideale, tale aumento è superiore chè non nei treni delle forme attuali In questi ultimi anche la forza longitudinale aumenta notevolmente col crescere dell'angolo d'incidenza del vento, mentre nel treno ideale ciò si verifica soltanto in misura irrilevante.

2) La resistenza dell'aria relativa alla cassa della vettura venne separata da quella offerta dal telaio inferiore. In concordanza con i risultati delle precedenti prove fatte da Vogelpohl, si è verificato che, con le solite sagome dei treni, la massima parte della resistenza longitudinale dovuta all'aria dipende dal telaio inferiore.

3) Si possono ottenere notevoli diminuzioni della resistenza dell'aria anche con modifiche costruttive di non grande importanza.

L'affermazione di Vogelpohl, che, mediante opportune modifiche della forma dei treni in senso aereodinamico, si può risparmiare fino al 75 % della potenza della locomotiva, suppone la risposta ad una questione da lui non dibattuta: per quale velocità? — F. BAGNOLI.

(B. S.) Le ferrovie e l'elettricità (*Railway Age*, 1° gennaio 1938).

La elettrificazione delle ferrovie della Pennsylvania è stata recentemente estesa alla linea Paoli-Harrisburg e il lavoro è oggi quasi al termine: costerà in totale 52 milioni di dollari e dà impiego a 10.000 operai.

Il condizionamento dell'aria, in considerevole parte problema elettrico, ha fatto investire dalle ferrovie americane oltre 10 milioni di dollari all'anno negli ultimi 6 anni. Il ritmo con cui le carrozze sono state equippaggiate è diminuito; tuttavia molte di esse debbono ancora essere munite di questa comodità.

Le locomotive Diesel-elettriche ordinate nel 1937 rappresentano altri 3 milioni di dollari.

Gli acciai speciali usati nelle costruzioni ferroviarie richiedono accurati trattamenti termici, possibili soltanto con forni elettrici o controllati elettricamente.

Le intensità luminose adottate nelle carrozze e nelle stazioni sono state aumentate di molto: « vederci come di giorno » è la formula di programma. Oggi le ferrovie consumano circa 9 milioni di lampade di tipo grande all'anno.

Nei depositi di locomotive, per le manovre di stazione, di caricamento, per le pompe (oltre 15 mila) l'energia elettrica è largamente impiegata.

La sola manutenzione richiede oggi per oltre 14 milioni di dollari di forniture di materiale elettrico all'anno. — DEL.

(B. S.) Segnalamento ed economia di esercizio (*Railway Age*, 1° gennaio 1938).

L'articolo esamina, da un punto di vista generale, il problema della necessità, relativa alle ferrovie americane, di estendere le installazioni moderne di segnalamento sulle linee che già ne sono in parte munite, e di sostituire le apparecchiature antiquate: necessità che consegue dalle aumentate velocità dei treni sia passeggeri che merci, e dalla crescente difficoltà di conciliare gli orari con la necessaria sicurezza di esercizio.

Si è rilevato che l'impianto di moderni mezzi di segnalamento costituisce in molti casi una soluzione economica dei massimi problemi di esercizio, in quanto con minima spesa consente di restringere gli orari, mantenendo in servizio i binari e le locomotive esistenti, e nello stesso tempo reca alcune economie nelle spese di esercizio.

E, invero, entro larghi limiti, il modo più economico di ridurre il tempo complessivo di percorrenza fra i due capi di una linea consiste nell'eliminare il tempo perduto dai treni nelle inutili attese non solo ai capolinea, ma anche ai bivi, incroci, ecc.

Il fabbisogno finanziario per questa opera di rammodernamento è stimata dall'articolo in 20 milioni di dollari all'anno per i prossimi 5 anni (100 milioni in totale). È interessante osservare che nella maggior parte dei casi la spesa è giustificata dal solo risparmio nelle spese di esercizio.

Ma le spese non possono essere anticipate in una sola volta, e bisogna attendere, tappa per tappa, che i redditi siano accresciuti abbastanza per ristabilire il credito che occorre agli esercenti le linee.

Nello studio generale di un piano complessivo di rammodernamento, bisogna tener conto non solo del fatto che circa 5000 miglia di linee principali non sono ancora equipaggiate con si-

stemi di blocco automatico; ma altresì che l'impianto di sistemi automatici di segnalazioni si è rivelato conveniente anche su linee dove transitano meno di 10 treni ordinari al giorno.

Inoltre, molto materiale oggi in servizio abbisogna veramente di completa sostituzione: sulle 93.757 miglia di binario munite di blocco automatico al 1° gennaio 1937, più di 53.800 hanno impianti in servizio da oltre 20 anni.

Durante questo periodo, il peso e la velocità dei treni sono stati accresciuti in modo tale che i principali segnali non sono distanziati abbastanza per assicurare un congruo spazio di fermata.

Ora, se le sezioni di blocco vengono allungate senza altri cambiamenti, la capacità della linea viene ridotta.

L'articolo prosegue enumerando i vantaggi dei moderni sistemi a comando elettrico per cavo, del comando a codice, del sistema a dirigente centrale, ecc.

Queste applicazioni hanno reso possibile di differire per anni la costruzione di un secondo binario, come pure hanno consentito la rimozione di tratti di secondo binario già in esercizio, eliminando la spesa di manutenzione; con un risparmio che in qualche caso è stato valutato intorno a 1000 dollari all'anno per miglio di binario.

Il risparmio di tempo nelle percorrenze è stato commisurato in 1 e 1,8 minuti per miglio per i treni merci.

L'articolo conclude auspicando la maggiore estensione dei sistemi moderni di segnalamento i quali, nonostante arrechino sensibili vantaggi economici e tecnici, evidenti sia per il pubblico che per gli esercenti, e per quanto già realizzati ed applicati da molti anni, sono stati adottati fin qui dalle ferrovie americane, soltanto quando la necessità ne era diventata evidente ed inderogabile, per deficienza di mezzi finanziari e di credito. Maggiori guadagni — è detto alla fine — sono il requisito per questi perfezionamenti di servizi. — Dfl.

(B. S.) Considerazioni sul lavoro dell'ingegnere addetto al segnalamento (*The Railway Gazette*, 25 febbraio 1938).

In questa nota l'A. intende far risaltare come l'opera dell'ingegnere addetto agli impianti di segnalamento non sia affatto indipendente da quella svolta dagli altri reparti dell'esercizio, ma sia invece ad essa strettamente collegata. Potrebbe apparire cioè che l'ingegnere segnalatore dovesse limitarsi ad adattare i suoi impianti a quelli di stazione studiati a priori e indipendentemente dai primi; invece la sua opera deve estendersi anche allo studio dell'impianto delle stazioni in ogni suo particolare, in modo che i due impianti formino un tutto organico e razionale. Una serie di esempi schematici e di riferimenti ad alcuni casi reali chiarisce questo concetto fondamentale e fa vedere che intendendo, nel modo dianzi esposto, l'opera dell'ingegnere ai segnalamenti, si possono ottenere soluzioni armoniche di problemi complessi di impianto e di esercizio ed anche notevoli miglioramenti nell'esercizio stesso.

L'opera di questi ingegneri si svolge in genere in mezzo a difficoltà di varia natura. Uno dei casi in cui queste si presentano maggiormente è quello dell'ampliamento di stazioni esistenti in cui l'opera del segnalatore è grandemente ostacolata dalle dificoltà che nascono dal dover armonizzare i vecchi impianti coi nuovi.

L'A. segnala anche le incertezze che possono nascere nell'interpretazione dei segnali luminosi, da parte dei conducenti dei treni, per lo sviluppo sempre maggiore dell'illuminazione nelle strade prossime alle ferrovie. Specialmente l'illuminazione a scopo pubblicitario, con tutte le sue luci colorate, tra le quali quasi sempre predomina il rosso, può arrecare seri disturbi. L'uso dei colori rosso, verde e giallo nell'illuminazione — afferma l'A. — dovrebbe essere riservato, quasi per diritto di primogenitura, alle segnalazioni interessanti i trasporti terrestri, marittimi ed aerei.

L'opera dell'ingegnere segnalatore si esplica anche in campi affini a quello del puro e semplice segnalamento. Le linee aeree per la trasmissione dell'energia elettrica a distanza possono attraversare o correre parallelamente alle linee ferroviarie ed allora si producono, nei circuiti telegrafici e telefonici ferroviari, i cui fili sono posti lungo le linee, dei disturbi che ostacolano il loro regolare funzionamento. Per eliminare o almeno ridurre questi disturbi, si può, come è noto, schermare i fili elettrici con una rete conduttrice, oppure si possono far passare i fili telegrafici e telefonici in cavo per un tratto sufficientemente lungo in prosimità dell'attraversamento. Questi provvedimenti non sono i più felici, dal punto di vista ferroviario, in quanto si creano complicazioni di funzionamento e di manutenzione nei circuiti telegrafici e telefonici i quali perdono anche una parte della loro conduttività elettrica quando venga adottato il secondo. Si consiglia perciò di mettere in cavo i fili elettrici e lasciare indisturbati gli altri. Ciò è dettato anche da ragioni di sicurezza dell'esercizio, in quanto il telegrafo e il telefono ferroviari sono impiegati principalmente per la trasmissione di ordini e di comunicazioni aventi attinenza colla circolazione dei treni e quindi hanno il carattere di impianto di segnalamento.

Un altro campo in cui si esplica l'attività dell'ingegnere segnalatore è la ricerca delle cause degli incidenti nella circolazione e quindi delle responsabilità relative, le quali vengono quasi sempre addossate al cattivo funzionamento degli impianti di segnalazione. Quasi sempre in tali casi dolorosi, il suo lavoro è reso più penoso dall'affluenza delle nuove invenzioni proponentisi di rendere il servizio più sicuro e regolare. Gli inventori manifestano la loro attività specialmente dopo gli inconvenienti.

In questi ultimi tempi si è andato diffondendo l'uso degli altoparlanti per comunicare al pubblico, nelle grandi stazioni, gli orari e i binari di partenza e di arrivo dei diversi treni. Anche questi impianti e la loro manutenzione vengono affidati all'ufficio del segnalamento per quanto a rigore di termini non fanno parte degli impianti di segnalamento nel senso che ordinariamente si dà all'espressione.

Queste considerazioni ed altre di minore importanza sono fatte per mettere nella giusta luce la mole, la varietà e la difficoltà del lavoro che deve affrontare questa speciale categoria di ingegneri ferroviari i quali, in molti casi, oltre alle necessarie nozioni tecniche devono possederne molte di natura amministrativa e legale.

In ultimo è da tener in giusta considerazione l'opera che svolgono in America le ditte costruttrici degli apparati, le quali collaborano attivamente con gli uffici ferroviari competenti per realizzare apparati che soddisfino a condizioni di esercizio, assai spesso molto gravose, sobbarcandosi ad un lavoro veramente imponente e tante volte non riconosciuto colà nella sua vera importanza. — L. La Magna.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

LUGLIO 1938-XVI

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1938 621 . 335 . 4
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, 1938, pag. 249.
U. Garretti. Le nuove vetture pilota a carrelli con cassa inossidabile delle Ferrovie Nord-Milano, pagine 14, fig. 17.

1938 624 . 2 . 042 . 8
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 263.
A. Fava e O. Sesini. Determinazione sperimentale degli effetti dinamici sui ponti metallici ferroviari, pag. 28 ½, fig. 18, tav. 3.

1938 624 . 012 (3+4) (. 45)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio pag. 293.
L'impiego del cemento in opere di recente esecuzione delle Ferrovie dello Stato, pag. 4.

1938 385 . 113 (. 73)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 291 (Informazioni).
La crisi americana nei risultati ferroviari, pag. 1 ½, fig. 1.

1938 385 . 113 (. 44)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 296 (Informazioni).
Il programma della Società Nazionale delle Ferrovie Francesi.

1938 625 . 143 . 2
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 297 (Libri e Riviste).
Il miglioramento delle rotaie in acciaio mediante la trasformazione della macrostruttura della suola nel corso della laminazione, pag. 1 ½, fig. 1.

1938 621 . 431 . 72
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 298 (Libri e Riviste).
Locomotive Diesel-elettriche a scartamento ridotto delle ferrovie federali austriache, pag. ½.

1938 621 . 132 (. 68)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 300 (Libri e Riviste).
Una locomotiva sperimentale 2-10-4 per le Ferrovie del Sud Africa, pag. 2, fig. 1.

1938 656 . 221 : 621 . 13
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 300 (Libri e Riviste).
Esperienza alla galleria del vento su due tipi di carenatura per locomotiva a vapore, pag. 3 ½, fig. 8.

1938 621 . 132 . (. 73)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, maggio, pag. 303 (Libri e Riviste).
Le locomotive a vapore negli Stati Uniti, pag. ½.

L'Energia Elettrica.

1938 621 . 315 . 5 . 056
L'Energia Elettrica, marzo, pag. 178.
G. Silva. Calcolo meccanico dei conduttori delle linee aeree, pag. 22, fig. 11.

1938 621 . 315 . 668 . 3
L'Energia Elettrica, marzo, pag. 226.
Un nuovo sistema per la costruzione sul posto dei pali in cemento armato, pag. 1, fig. 3.

1938 621 . 315 . 668 . 2
L'Energia Elettrica, aprile, pag. 262.
A. Guermani. Pali metallici leggeri per sostegni di linee elettriche, pag. 4, fig. 7.

1938 621 . 316 . 9
L'Energia Elettrica, aprile, pag. 284.
La protezione delle linee di trasmissione dell'energia elettrica in corrispondenza di tralicci di notevole altezza, pag. 2, fig. 3.

L'Elettrotecnica.

1938 621 . 314 . 65
L'Elettrotecnica, 10 maggio, pag. 294.
G. Melazzo. Trasformatore per alimentare raddrizzatori a vapore di mercurio a sei ovvero dodici anodi, pag. 6, fig. 28.

Annali dei Lavori Pubblici.

1938 621 . 332 . 015 . 1
Annali dei Lavori Pubblici, maggio, pag. 390.
U. Bajocchi. Sulla determinazione delle cadute di tensione nelle condutture ferroviarie chiuse, pag. 11, fig. 8.

La Metallurgia Italiana.

1938 669 . 1 — 162
La Metallurgia Italiana, aprile, pag. 171.
G. Calbiani. Nuovi orientamenti nella scelta degli acciai saldabili per costruzioni aeronautiche, pagina 9, fig. 4.

1938 621 . 791
La Metallurgia Italiana, pag. 219.
E. Hugony. Contributo allo studio sull'influenza dell'azoto nelle saldature, pag. 4, fig. 11.

1938 669 . 1 — 15
La Metallurgia Italiana, aprile, pag. 224.
L. Matteoli. Il fosforo come elemento speciale negli acciai per usi ad alta temperatura, pag. 2, fig. 2.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1938 621 . 135 . 4 & 625 . 215
Bull. du Congrès des ch. de fer, giugno, p. 623.
Dr.-Ing. Troitzsch. Procédé graphique pour la détermination des efforts de frottement et de guidage exercés sur les véhicules de chemin de fer pendant leur passage en courbe, pag. 51, fig. 23.

1938 656 . 234
Bull. du Congrès des ch. de fer, giugno, p. 675.
Wiener (L.). Les titres de transport. *Partie E*: Les billets traduction des tarifs; *Partie F*: Le billet en tant qu'instrument de contrôle et de statistique; *Partie G*: Les organismes émetteurs de billets; *Partie H*: La physiologie du billet, pag. 87, fig. 158.

1938 656
Bull. du Congrès des ch. de fer, giugno, p. 743.
Compte rendu bibliographique. La concorrenza fra la strada e la rotaia nella politica economica dei trasporti. (La concurrence entre la route et le rail dans la politique économique des transports)., pag. 1.

***

1938 313 : 656

Bull. du Congrès des ch. de fer, giugno, p. 744.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Mathematik und Verkehr (Mathématiques et Communications), par le Dr. H. Kellerer, pag. ½.

Revue Générale des Chemins de fer.

1938 385 . 13 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 269.

AURENGE. Le cahier des charges des lignes exploitées par la Société Nationale des Chemins de Fer Français, pag. 8.

1938 621 . 431 . 72 . 2 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 277.

TOURNEUR. Locomotives Diesel électriques à grande vitesse de la S.N.C.F., pag. 10, fig. 13.

1938 625 . 131 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 287.

HABOUZIT. Le raccordement de Valenton, pag. 12, fig. 17.

1938 625 . 137 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 299.

SECKLER. Un grand pont sous rails à béquilles près de Strasbourg, pag. 8, fig. 12.

1938 385 . 09 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 307.

Les C.F. à l'étranger. D'après « Glasers Annalen » du 1er février 1938.

Progrès réalisés par les Chemins de fer américains de 1930 à 1936, pag. 1.

1938 621 . 431 . 72 . 3

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 308.

Les C.F. à l'étranger. D'après « Diesel Railway Traction », supplément de « The Railway Gazette » du 21 janvier 1938. Nouvelles commandes d'autorails dans divers pays étrangers, pag. ½.

1938 621 . 131 . 3 (42)

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 308.

La C.F. à l'étranger. D'après « The Engineer » du 28 janvier 1938.

Une station d'essais de locomotives en Angleterre.

1938 656 . 225

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 308.

Les C.F. à l'étranger. D'après « Zeitung des Vereins Mitteleuropaïscher Eisenbahnverwaltungen » du 25 novembre 1937.

Les petits cadres (containers) d'aujourd'hui et de demain, pag. ½, fig. 2.

1938 656 . 257 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 310.

Les C.F. à l'étranger. D'après « Railway Signaling » de novembre 1937.

La première installation aux Etats-Unis de commandes d'itinéraires au moyen de boutons, pag. 2, fig. 3.

1938 656 . 258 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 312.

Les C.F. à l'étranger. D'après « Railway Signaling » de novembre 1937.

Enclenchements automatiques à un croisement de lignes en Amérique, pag. ½.

1938 625 . 137

Revue Générale des Chemins de fer, maggio, p. 312.

Les C.F. à l'étranger. D'après « Railway Age » du 13 novembre 1937.

Emploi de chevalets en béton armé pour la réfection des ponts, pag. 1, fig. 2.

1938 621 . 79

Revue Générale des Shemins de fer, maggio, p. 313.

Les C.F. à l'étranger. D'après « Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane » de novembre 1937.

Le torstahl, pag. 1, fig. 1.

Le Génie Civil.

1938 621 . 745 . 6 (07)

Le Génie Civil, 5 febbraio, p. 131.

A. PORTEVIN. Les écoles de spécialisation d'ingénieurs. L'École Supérieure de fonderie, à Paris, p. 2.

1938 625 . 144 . 625 . 17

Le Génie Civil, 12 marzo, p. 234.

Machine de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, pour le Contrôle des Courbes de la voie, p. 1 ½, fig. 4.

1938 621 . 175 . 1

Le Génie Civil, 26 marzo, pag. 269.

C. CABANES. Essai d'une théorie du condenseur à surface, p. 2 ½, fig. 3.

1938 625 . 143 . 4

Le Génie Civil, 2 aprile, p. 290.

E. BATICLE. Étude des chocs du droit des joints de rails, p. 1, fig. 1.

1938 697

Le Génie Civil, 2 aprile, p. 291.

Le chauffage à gaz des grands locaux, p. 2, fig. 4.

Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France.

1937 662 . 76 . 032

Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France, n. 6 (novembre-dicembre), p. 777.

P. GUILLAUME. Utilisation dans le domaine ferroviaire des bois créosotés comme carburant de gazogènes, p. 16, fig. 13.

1937 547 . 21 (3 + 4)

Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France, n. 6 (novembre-dicembre), p. 828.

J. LEFRANCQ. Les applications du propane et du butane, p. 16, fig. 13.

Traction nouvelle.

1938 625 . 285 (. 44)

Traction nouvelle, marzo-aprile, p. 38.

G. DEGAND. Le développement des services d'autorails en France, p. 9, con fig.

1938 625 . 285 (. 498)

Traction nouvelle, marzo-aprile, p. 52.

A. ZANESCO. Les autorails des chemins de fer roumains, p. 4.

1938 625 . 285 . 012 . 1

Traction nouvelle, marzo-aprile, p. 64.

CHATEL. Les ruptures d'essieux d'autorails, p. 2.

LINGUA TEDESCA

Schweizerische Bauzeitung.

1938 624 . 191 . 94

Schweizerische Bauzeitung, 30 aprile, p. 225.

C. Andreae. Zur Frage der Lüftung langer Autotunnel, p. 3, fig. 5.

1938 625 . 17

Schweizerische Bauzeitung, 30 aprile, p. 234.

Geleisestopf — Maschine System « Scheuchzer », p. 1, fig. 4.

1938 628 . 92
69 . 028 . 2

Schweizerische Bauzeitung, 21 maggio, p. 271.

E. W. Hummel. Fensterlage, Fensterform und Raumausleuchtung, p 2, fig 7

Elektrotechnische Zeitschrift.

1938 621 . 333 . 4 . 025 . 1

Elektrotechnische Zeitschrift, 28 aprile e 5 maggio, pp. 433 e 464.

L. Mirow. Nutzbremsung bei Einphasen-Wechsel-Strombahnen, p. 6, fig. 9

1938 621 . 316 . 57 . 027 . 2 (09)

Elektrotechnische Zeitschrift, 5 maggio, p. 461.

H. Franken. Die Entwicklung der Niederspannungs-Schaltgeräte, p. 3, fig 10.

1938

Elektrotechnische Zeitschrift, 19 maggio, p 514.

Die Entwicklung der Elektrotechnick in der letzten Zeit, p. 516. Die Elektrizitätswirtschaft, p. 2, fig. 1. 621 . 311 . 003

p. 520 — Transformatoren, p. 1, fig. 2. 621 . 314 . 2

p. 521 — Stromrichter, p. 1. 621 . 314 . (27 + 57 + 6)

p. 524 — Schutz — und Steuereinrichtungen mit Relais ,p. 1, fig. 1. 621 (318 . 5 : 8 : 316 . 925)

p. 528 — Elektrische Bahnen, p. ½. . . 621 . 33

p. 532 — Elektrowärme, p. 1. . . . . . 621 . 365

p. 533 — Lichttechnik, p. 1. . . . 535 . ((2 + 7)
621 . 32
628 . 9

LINGUA INGLESE

Railway Age.

1938 621 . 132 (. 73)

Railway Age, 12 marzo, p. 450

Santa Fe installs high-speed passenger locomotives, p. 2, fig. 1.

1938 656 . 212

Railway Age, 19 marzo, p. 502.

Lackawanna improves yard operation. Installation of retarders at Scranton, Pa., and reorganization of classification have expedited traffic and reduced operating expenses, p. 4, fig. 5.

1938 656 . 221

Railway Age, 26 marzo, p. 554.

Santa Fe places new streamline trains in Service, p 6, fig. 9.

1938 385 . 1 (. 73)

Railway Age, 26 marzo, p 570.

White house action on railway situation next week, p. 2.

1938 621 . 132 (. 73)

Railway Age, 2 aprile, p. 597.

New N. Y. C. locomotives show high power concentration-Fifty 4-6-4 type, of wich ten are streamline, develop 3.880 drawbar horsepower, an increase of 21 per cent over the preceding design, p. 10, fig. 19.

1938 625 . 143 . 3

Railway Age, 9 aprile, p. 652.

Rail damage and the relation of locomotive thereto, p. 5.

Engineering

1938 621 . 431 . 72 (. 42)

Engineering, 1° aprile, p. 349.

Three-car Diesel train; London Midland and Scottish Ry., p. 2, fig. 14, di cui 9 su tav. a parte.

1938 669 . 14

Engineering, 1° e 22 aprile; pp. 372 e 455.

W. H. Hatfield. Heat-resisting steels, p. 5, fig. 13.

1938 621 . 431 . 72 (. 42)

Engineering, 8 aprile, p. 384.

Diesel rail-car for the Great Northern Ry (Irdland), p. 2, fig. 5.

The Railway Gazette

1938 625 . 15
656 . 21

The Railway Gazette, 11 marzo, p. 469.

Track layouts for station approaches, p. 1 ½, fig. 6.

1938 656 . 21

The Railway Gazette, 18 marzo, p. 523.

Modernised stations on the Wirral line, L.M.S.R. (In connection with the electrification, which, as recorded on page 549, was inaugurated on march 14, stations on the Wirral Section have been modernised, notable reinforced concrete designs bein a feature), p. 4, fig. 10.

1938 621 . 13 — 791
681 . 118 . 4 : 621 . 13

The Railway Gazette, 18 marzo, p. 528

Speedometers for G. W. R. locomotives, p. 2, fig. 5.

625 . 2 : 669 . 71

The Railway Gazette, 22 aprile, p. 802.

Aluminium in rolling stock, p. 2, fig. 4.

IMPIANTO DI POSTA PNEUMATICA
OFFICINA LOC. ELETTRICHE - GENOVA RIVAROLO

10796 Tipo-Litografia F. S. - Roma 6-1938-XVI

ANNO XXVII - VOL. LIV - N. 2. RIVISTA MENSILE Roma, 15 agosto 1938 (Anno XVI)

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72;** per l'Estero (U. P.) L. **120.** Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA

DELLE

FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

Anno XXVII - Vol. LIV **15 Agosto 1938 - Anno XVI - N. 2**

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista" da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

La ricostruzione del ponte sul fiume Foro della linea Ancona-Foggia

Ing. G. POLSONI, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

(Vedi Tavv. III e IV fuori testo)

Riassunto. — Si riferisce sui criteri di progetto e si descrivono le modalità costruttive del nuovo ponte in cemento armato per il ripristino dell'attraversamento del fiume Foro sulla Ancona-Foggia, realizzato con una struttura meritevole di segnalazione per la lunghezza complessiva raggiunta senza giunti intermedi (70 m.), l'esilità delle pile, la riduzione delle nervature portanti a solo 3 per un binario e l'adozione di particolari dispositivi di appoggio mobili, in sostituzione dei noti carrelli, costituiti da settori di cilindro di grande diametro con il corpo di cemento armato e le teste di acciajo, noti sotto il nome di appoggi *pendolari a bilico,* non prima d'ora adottati in opere sotto binario nelle Ferrovie italiane.

Fig. 1. — Interruzione del Ponte sul Foro

I. — Cenni descrittivi - Criteri di progetto - Esecuzione

L'11 ottobre 1934-XII, a seguito di una piena eccezionale (1) del Fiume Foro, presso Francavilla a mare, crollava il ponte ferroviario al Km. 363+053 della linea litoranea Ancona-Foggia. Era un ponte in muratura di mattoni, con cinque luci di m. 12 ciascuna e volti a sesto ribassato di 1/8, fondato su platea generale di calcestruzzo, gettata poco al disotto del livello del mare, cioè superficialmente. Infatti la platea aveva uno spessore medio di circa 1,30 m. ed il piano di posa risultava a — 1,85 m.: era protetta di briglie a monte ed a valle. Questo ponte fino al 1933 era promiscuo, cioè serviva anche per strada litoranea statale Adriatica (n. 16): in seguito era rimasto impegnato dalla sola linea ferroviaria, avendo l'Azienda della Strada costruito un po' a monte un nuovo ponte, anche esso in muratura, con luci eguali e con pile di eguale spessore, corrispondenti ed allineate a quelle del ponte ferroviario, ma fondato a quota — 4,00 m. sull'argilla gialla e senza alcuna platea di rivestimento.

La piena anzidetta ha prodotto profonde escavazioni nell'alveo, sia in corrispondenza del ponte della statale ove non erano impedite da platea, sia nel tratto compreso fra i due ponti, sia a valle di entrambi; i gorghi raggiunsero profondità maggiore del piano di posa della platea, la scalzarono, e vortici impetuosi si infilarono sotto di essa, « sifonandola ».

Per il ripristino delle comunicazioni ferroviarie interrotte, fu attuata una deviazione della linea a monte, passando in un primo tempo sul ponte in muratura della statale, previa la esecuzione dei necessari riempimenti per il raccordo del rilevato ferroviario con quello della statale e successivamente, per liberare la strada statale dalle soggezioni dell'uso promiscuo, su di un ponte provvisorio con stilate in legname e travatine in ferro di circostanza, costruito fra la sede preesistente e quella della strada ordinaria.

Per il ripristino con carattere di stabilità dell'attraversamento, dopo aver effettuato i saggi nell'alveo ed aver accertato l'esistenza di un banco di argilla compatta a profondità non superiore alla quota — 8,00 rispetto al livello del mare, fu confermata la possibilità di poter costruire una nuova opera su buone fondazioni, non superficiali, di non difficile esecuzione e di costo non eccessivo, possibilità che la costruzione del vicino ponte della statale aveva suggerito. Naturalmente l'esistenza a monte di un'altra opera, determinava la necessità di adottare i sostegni della nuova in corrispondenza di quelli della prima. Ed esclusa l'adozione di archi in muratura simili a quelli crollati, per l'eccessivo ribassamento di essi e per la circostanza che la luce idraulica del ponte ferroviario a valle sarebbe così risultata inferiore a quella del ponte statale a monte, costruito con archi meno ribassati, la scelta è caduta sul tipo di struttura a travate in cemento armato rettilinee e continue. L'opportunità ancora di guadagnare nella luce idraulica, ha condotto a preferire sostegni esilissimi, quindi in cemento armato e perciò solidali con le travate. Così si è determinata la scelta della struttura: « trave in cemento armato continua e solidale con i piedritti ». La spalle del ponte in muratura esistente, che non avevano subito le vicende del crollo, potevano essere utilizzate per gli appoggi di estremità. Sfortunatamente dalle condizioni topografiche di ubicazione delle pile conseguiva la necessità di adottare luci eguali, condizione notoriamente sfavorevole al buon proporzionamento della trave continua. E non sembrando possibile il frazionamento intermedio, dato il numero dispari delle luci, la convenienza

(1) L'evento meteorico fu assolutamente senza precedenti: è risultato infatti che le pioggie cadute nel bacino del fiume Foro dal 6 al 10 ottobre 1934 furono in quantità tale da eguagliare la massima precipitazione semestrale (totale) del precedente decennio. Una contemporanea violenta burrasca nell'Adriatico suscitata da impetuoso vento di greco-levante tenne in collo le acque allo sfocio determinando l'accumulo a monte, e l'irruenta chiamata a mare poi, al cessare del vento.

di evitare pile doppie e il ripetersi di campate terminali più sollecitate, si è fatto una sola trave continua per cinque luci eguali, ciascuna di m. 14,00 e complessivamente di m. 70,00. In tal modo la larghezza della sezione libera è risultata maggiore di 5 m. rispetto a quella esistente a monte senza nulla perdere nell'altezza.

La notevole lunghezza dell'impalcatura continua ha suggerito l'opportunità di provvedere gli estremi di acconci dispositivi atti a consentire le dilatazioni. Il classico apparecchio di appoggio in acciaio con rulli o settori, di comune impiego nelle travate metalliche, non è sembrato il più conveniente in questo caso data la minore relativa entità degli spostamenti, l'inerzia al rotolamento delle superfici a contatto con elevate pressioni specifiche, la difficoltà di eseguire l'eventuale sostituzione ed il notevole costo. Si è adottato invece un appoggio del tipo cosidetto *pendolare* o a *bilico* formato con un prisma di calcestruzzo di cemento armato di considerevole altezza (80 cm.) provvisto alle estremità di piastre convesse di acciaio inossidabile di piccolo spessore (6 cm.) a contatto con piastre piane, queste fisse sul piano di posa delle spalle e sulla superficie inferiore delle travate. In tal modo si è realizzato un settore di cilindro del notevole diametro di 92 cm., di cui solo le superfici di contatto risultano formate con materiale di pregio.

FIG. 2. — Attivazione provvisoria

La sezione trasversale della impalcatura fa vedere che questa è realizzata mercè tre nervature rettangolari larghe 40 cm., alte 1,00 m. e da un solettone dello spessore di 22 cm. L'interasse delle nervature è di 1,60 m. Per contenere la massicciata, il solettone si prolunga a sbalzo fuori delle nervature esterne. Le tre nervature sono solidarizzate da trasversi di irrigidimento disposti a cavallo della mezzeria delle campate centrali ed a cavallo della sezione che dista 4/10 della luce dagli appoggi terminali nelle campate laterali cioè nelle regioni di maggior sollecitazione e deformazione. Per evitare che le solette a sbalzo irrigidissero le nervature di bordo, il getto degli sbalzi è stato interrotto con numerosi giunti aperti.

La sezione longitudinale invece fa vedere che le travi principali sono state rinforzate in corrispondenza degli appoggi intermedi con mensole a profilo triangolare di 2,45 di base per 0,60 di altezza. E poichè per l'adozione di luci terminali quasi eguali a quella centrale, risultavano esaltati i momenti flettenti sul primo appoggio interno, è stato necessario adottare in aggiunta alle mensole di tale appoggio anche una controsoletta inferiore.

I sostegni intermedi sono stati formati con pareti piene di cemento armato dello spessore costante di m. 0,70 per tutta l'altezza libera di m. 6,30 e con larghezza variabile dalla sommità alla base da m. 4,00 a m. 5,30: dette pareti sottili emergono da robusti plinti di fondazione, a loro volta posati su blocchi di fondazione di 4,00 m. di larghezza. Le fondazioni sono state predisposte per la eventualità del raddoppio dal lato

monte: il rostro ivi è stato tenuto disgiunto dal corpo della parete in guisa che sia possibile, occorrendo, demolirlo e valersi delle armature metalliche per costruire una pila gemella.

Per la esecuzione dei blocchi di fondazione sono stati adottati casseri formati con palancole metalliche: l'infissione di queste ha dato luogo a qualche difficoltà per la presenza nel sottosuolo di relitti delle vecchie fondazioni, specialmente di legnami duri incontrati di piatto dall'orlo delle palancole, e per la insufficienza di mezzi e di metodo nell'infissione da parte dell'esecutore.

Da ciò è dipeso anche il mancato ricupero della maggior parte delle palancole le quali peraltro sono rimaste a presidio delle fondazioni.

Costruite le fondazioni e spiccate le pile, si è disposto il banchinaggio facendolo gravare sugli stessi zoccoli di fondazione in modo che queste fossero fin dal principio impegnate con la maggior parte dai carichi fissi e minori risultassero gli assetti successivi al comportamento monolitico delle travate e delle pile solidali con quelle.

Le quantità delle principali masse impiegate sono state le seguenti:

Palancole metalliche Kg. 120.000;
Calcestruzzo ordinario in fondazione m^3 1200;
Calcestruzzo di cemento ad alta resistenza per pile e travate m^3 500;
Ferro omogeneo per cemento armato Kg. 70.000.

Il costo delle fondazioni è risultato di L. 300.000, quello delle opere in elevazione di L. 115.000 e quello delle opere di finimento di L. 51.000, cioè in totale 466.000 ossia circa 7.000 lire a ml. di ponte.

II. — Metodo di calcolo - Prove

Il calcolo di progetto è stato redatto dal Servizio Lavori e Costruzioni considerando le travi come continue su cinque campate con appoggi scorrevoli alle estremità ed ammettendo la solidarietà con le quattro pile intermedie, supposte incastrate alla base. Si sono assunte come incognite iperstatiche i momenti agenti agli estremi delle travi e dei piedritti, quindi si sono definiti i momenti in testa dei piedritti come differenza di quelli delle sezioni prospicenti delle travi, avvalendosi della condizione di equilibrio alla rotazione dei nodi. Tenendo poi presente la condizione di incastro perfetto al piede dei montanti, quella dell'eguale spostamento orizzontale della sommità di essi ed infine la condizione dell'equilibrio delle forze orizzontali, si sono espressi i momenti al piede in funzione di quelli in testa. In tal modo, supposto il sistema liberato dal vincolo della continuità introducendo delle cerniere al posto degli incastri delle travi nei piedritti ,nel sistema di equazioni esprimenti ordinatamente la continuità fra trave e piedritto, si sono potuti eliminare i momenti al piede dei montanti, ottenendo in definitiva delle relazioni tra i soli momenti d'estremità delle travi, e tante relazioni quanti i momenti, ciascuna esprimente la rotazione relativa delle sezioni ove agiva il momento iperstatico sia in dipendenza del momento ivi agente che di tutti gli altri. Il determinante anti-reciproco di quello formato con i coefficienti delle incognite (momenti) del predetto sistema di equazioni simultanee, costituisce il quadro dei momenti coesistenti e capaci delle successive distorsioni collineari con le incognite ed antiunitarie (1). Tutti i numeri di una stessa riga o colonna cioè (il determinante antire-

(1) Ciò deriva dal fatto che il determinante reciproco di un determinante dato è formato con i valori delle radici risolventi il sistema delle equazioni simultanee avente per coefficienti delle incognite gli elementi del determinante dato, quando si pongano ordinatamente e successivamente il primo termine noto del predetto sistema eguale ad uno e tutti gli altri eguali a zero, quindi il secondo termine noto eguale a uno e tutti gli altri eguali a zero e così via. Ciò che nella fattispecie significa, cinematicamente, consentire volta a volta uno spostamento unitario nel senso di un incognita e quella solo.

Fig. 3. — Nuovo ponte sul Foro

Fig. 4. — Particolare di una pila.

ciproco è simmetrico, come lo è quello primitivo, rispetto alla diagonale principale) sono i valori dei momenti di estremità delle travi che, agendo da soli come forze esterne in corrispondenza delle cerniere ipotetiche, realizzano ovunque la congruenza, meno che nella sezione della *corrispondente* (2) incognita, ove secondo la linea di questa ha luogo invece uno spostamento, e quello solo, di valore *uno* e di segno contrario a quello dell'incognita stessa.

Il diagramma formato con le componenti verticali delle escursioni che ciascun punto della trave esegue quando questa assume la configurazione della distorsione, costituisce, come è noto, la linea d'influenza, per forze verticali, dell'incognita della corrispondente distorsione.

Nello scrivere il determinante degli spostamenti, come nella descrizione delle deformate fondamentali delle travi, si è tenuto conto della variazione dei momenti d'inerzia delle travi e dei piedritti. Una ulteriore semplificazione si è ottenuta infine realizzando distorsioni simmetriche ed antisimmetriche e mediando i risultati, il che ha permesso di limitare al 4° l'ordine dei determinanti.

Per uscire dall'astratto indichiamo qui appresso l'impostazione del problema.

Ecco lo schema delle incognite, indicate presso il lembo supposto teso:

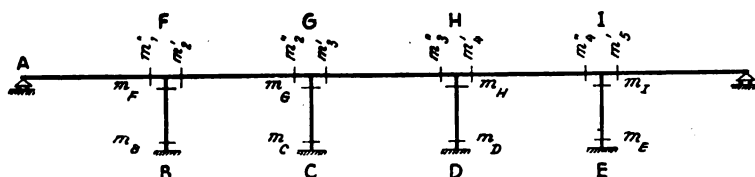



FIG. 5.

Si definiscono poi gli elementi caratteristici delle deformate fondamentali delle travi e piedritti, cioè relative al caso di momento esterno unitario agente ad un solo estremo dell'asta supposta semplicemente appoggiata come segue:

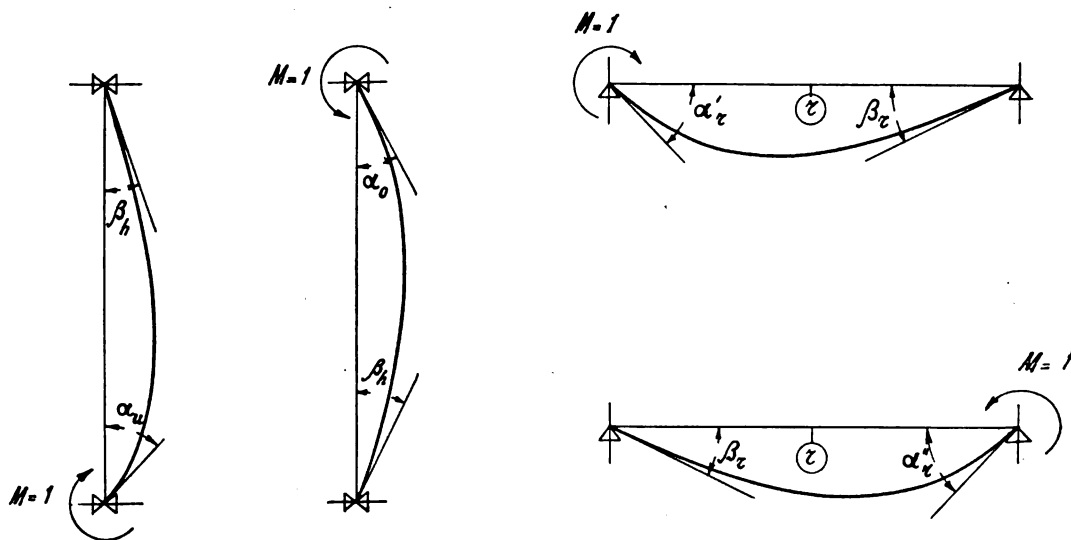



FIG. 6.

(2) Corrispondente vuol dire che ha il numero d'ordine della incognita, supponendo naturalmente che nel formare le condizioni di continuità si sia seguito lo stesso ordine stabilito per la successione delle incognite.

Si scrivono quindi le condizioni di continuità trave-pilastro e precisamente:

1ª) tra la trave $A\ F$ e la trave $F\ B$
2ª) » » » $B\ F$ » » » $F\ G$
3ª) » » » $F\ G$ » » » $G\ C$
4ª) » » » $C\ G$ » » » $G\ H$

che in caso di simmetria risultano (equazioni dei 4 momenti):

$$(\beta_1 m'_1 + \alpha''_1 m''_1) - (\alpha_0 m_F + \beta_h m_B) = N_1$$
$$(\beta_h m_B + \alpha_0 m_F) + (\alpha'_2 m'_2 + \beta_2 m''_2) = N_2$$
$$(\beta_2 m'_2 + \alpha''_2 m''_2) - (\alpha_0 m_G + \beta_h m_C) = N_3$$
$$(\beta_h m_C + \alpha_0 m_G) + (\alpha'_3 m'_3 + \beta_3 m'_3) = N_4$$

poichè:

$$m'_1 = 0$$
$$m_B = -\frac{\beta_h}{\alpha_u} m_F = -\frac{\beta_h}{\alpha_u}(m'_2 - m''_1)$$
$$m_C = -\frac{\beta_h}{\alpha_u} m_G = -\frac{\beta_h}{\alpha_u}(m'_3 - m''_2)$$

Il determinante formato con i coefficienti (rotazioni) del sistema simmetrico risulta allora il seguente:

11 $\left(\alpha''_1 + \alpha_0 - \frac{\beta^2 h}{\alpha_u}\right)$	12 $-\left(\alpha_0 - \frac{\beta^2 h}{\alpha_u}\right)$	13 —	14 —
21 $-\left(\alpha_0 - \frac{\beta^2 h}{\alpha_u}\right)$	22 $\left(\alpha'_2 + \alpha_0 - \frac{\beta^2 h}{\alpha_u}\right)$	23 β_2	24 —
31 —	32 β_2	33 $\left(\alpha''_2 + \alpha_0 - \frac{\beta^2 h}{\alpha_u}\right)$	34 $-\left(\alpha_0 - \frac{\beta^2 h}{\alpha_u}\right)$
41 —	42 -	43 $-\left(\alpha_0 - \frac{\beta^2 h}{\alpha_u}\right)$	44 $\left(\alpha'_3 + \alpha_0 - \frac{\beta^2 h}{\alpha_u} + \beta_3\right)$

Nel caso di carico antisimmetrico le analoghe condizioni di continuità sono (equazioni dei 6 momenti):

$$(\beta_1 m'_1 + \alpha''_1 m''_1) - (\alpha_0 + \beta_h) m_F - (\alpha_u + \beta_h) m_B = N_1$$
$$(\alpha_0 + \beta_h) m_F + (\alpha_u + \beta_h) m_B + \alpha'_2 m'_2 + \beta_2 m''_2 = N_2$$
$$\beta_2 m'_2 + \alpha''_2 m''_2 - (\alpha_0 + \beta_h) m_G - (\alpha_u + \beta_h) m_C = N_3$$
$$(\alpha_u + \beta_h) m_C + (\alpha_0 + \beta_h) m_G + \alpha'_3 m'_3 - \beta'_3 m'_3 = N_4$$

Si ha poi:

$$m'_1 = 0 \qquad m_F = m'_2 - m''_1 \qquad m_G = m'_3 - m''_2 \qquad m_D = - m_C$$

$$m_E = - m_B \qquad m_B + m_C - m_F - m_G = 0$$

Detto δ, lo spostamento destro della sommità dei montanti, risulta:

$$m_B = - \frac{\beta_h}{\alpha_u} m_F + \frac{\delta/h}{\alpha_u} \qquad m_C = - \frac{\beta_h}{\alpha_u} m_G + \frac{\delta/h}{\alpha_u}$$

da cui

$$m_B = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right) m_F + \frac{1}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right) m_G$$

$$m_C = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right) m_G + \frac{1}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right) m_F$$

Fatte le sostituzioni, il determinante formato con i coefficienti (rotazioni) del sistema antisimmetrico risulta il seguente:

11	12	13	14
$\alpha''_1 + \alpha_0 + \beta_h + \frac{\alpha_u\beta_h}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$-\alpha_0 - \beta_h - \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$\frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$-\frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$
21	22	23	24
$-\alpha_0 - \beta_h - \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$\alpha'_2 + \alpha_0 + \beta_h + \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 \quad \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$\beta_2 - \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$\frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$
31	32	33	34
$\frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$\beta_h - \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$\alpha''_2 + \alpha_0 + \beta_h + \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$-\alpha_0 - \beta_h - \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$
41	42	43	44
$-\frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$\frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 + \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$-\alpha_0 - \beta_h - \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$	$\alpha'_3 - \beta_3 + \alpha_0 + \beta_h + \frac{\alpha_u + \beta_h}{2}\left(1 - \frac{\beta_h}{\alpha_u}\right)$

I determinanti anti-reciproci degli anzidetti sono, come si è visto, formati con elementi (momenti) che realizzano le successive distorsioni collineari antiunitarie, simmetricamente ed antisimmetricamente. Dalla loro media (semi-somma per la metà di sinistra, semi-differenza per quella di destra) scendono i valori che realizzano una sola distorsione per volta. Con tali momenti si deformano poi tutte le travi, avendo cura di predeterminare una volta per sempre per ciascuna trave il diagramma degli abbassamenti per il momento *uno* agente esternamente e separatamente a ciascun estremo

della trave semplicemente appoggiata, il che consente di descrivere le linee di influenza come combinazione lineare delle deformate fondamentali anzidette.

Sono state descritte anche le linee d'influenza dei principali movimenti elastici e cioè rotazioni alle estremità delle travi, frecce elastiche verticali e longitudinali. In tal modo è stato possibile istituire un confronto fra deformazioni teoriche ed effettive, e, mercè la misurazione degli allungamenti elastici dei ferri dell'armatura mediante estensimetri a lettura diretta, comparatore di Whittmore tarato in unità corrispondenti ad allungamenti specifici $\epsilon = 10^{-5}$ cioè 2,1 Kg/cm² per ogni unità) e mediante estensimetri registratori con elementi esploratori a variazione di resistenza (Peters) è stato possibile anche il confronto fra alcune sollecitazioni teoriche e quelle effettive. Per sollecitazioni teoriche si intendono quelle dedotte ammettendo tutta la sezione reagente ed il modulo del calcestruzzo $E_c = 2,1 \times 10^5$ Kg/cm².

Dall'esame dei risultati delle prove si sono tratte le seguenti conclusioni:

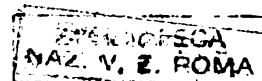
1) Deformazioni e tensioni reali sono in ogni caso risultate inferiori a quelle teoriche;

2) Le deformazioni massime reali sono risultate eguali all'incirca ai 3/4 di quelle reali e le tensioni ai 6/10. Assumendo un valore più elevato di E_c, come sembra giustificato dai risultati sperimentali e deducendo i nuovi valori teorici delle tensioni con $n < 10$, si pongono quasi in eguale similitudine i valori reali delle tensioni e delle deformazioni rispetto a quelle teoriche.

3) Il coefficiente dinamico per la velocità di 50 Km/h (locomotiva isolata) sarebbe risultato per le frecce verticali di circa il 10 % e per le tensioni nelle armature di circa il 20 %.

Particolarmente docile si è dimostrato il dispositivo di appoggio con apparecchi pendolari: per una variazione giornaliera di temperatura di 5°, si è misurato uno spostamento orizzontale di 6/10 di mm., corrispondenti ad 1° di variazione uniforme dell'intera massa.

Il mercato mondiale dell'alluminio nel decennio 1926-35.

ANNO	Produzione (migliaia di tonn.)	Consumo (migliaia di tonn.)	Rapporto della produzione al consumo fatto = 100	Prezzo medio annuo	
				Germania RM per kg.	New York cents per lb.
1926	195,8	185,5	105	2,28	26,99
1927	219,7	199,9	110	2,10	25,40
1928	256,0	238,0	108	1,98	23,90
1929	280,8	276,0	101	1,90	23,90
1930	269,7	210,5	128	1,86	23,39
1931	219,5	176,5	124	1,70	23,30
1932	153,7	138,3	111	1,60	23,30
1933	142,0	158,4	90	1,60	23,30
1934	170,8	226,9	75	1,57	21,58
1935	259,2	307,0	84	1,44	20,50

La protezione degli impianti di segnalamento ferroviario contro i danni delle sovratensioni d'origine atmosferica

Dr. Ing. S. DORATI, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

Riassunto. — L'idea del presente studio è sorta dalla necessità di porre rimedio agli inconvenienti che si manifestano per causa delle sovratensioni e scariche di origine atmosferica nell'impianto del blocco automatico sulla linea direttissima Roma-Napoli.

Tuttavia, per la sua forma avente carattere generale, esso è riferibile a tutti gli impianti di segnalamento o di blocco automatico con alimentazione fatta per mezzo di linea aerea, quali potranno in un avvenire più o meno prossimo aver applicazione anche su altre linee.

PREMESSA.

Le fermate causate ai treni da guasti agli impianti di segnalamento provocati dalle cosiddette scariche atmosferiche, sono in numero assai rilevante.

Ad es. nell'impianto di blocco automatico sulla Roma-Napoli (linea direttissima) esse raggiungono la proporzione del 40 % del numero totale di fermate.

Invero, nel caso dei circuiti di segnalamento, il pericolo delle sovratensioni è più pronunciato che sugli ordinari circuiti, a cagione della delicatezza degli apparecchi ad essi collegati. Questi apparecchi, funzionando a bassa tensione, non hanno grandi isolamenti e, poichè ad essi è richiesta principalmente la sensibilità, le loro parti funzionanti sono generalmente assai delicate. Di quì il pericolo di danni all'isolamento o di guasti meccanici quali la distruzione di molle, contatti e simili.

Una sovratensione di poche migliaia di volta che si manifesti in una linea di segnalamento, può cagionare notevoli danni, mentre tale ordine di tensione, su linee ordinarie anche a soli 110 V., è generalmente innocuo.

Da quanto si è detto emerge la necessità di adottare tutte quelle previdenze che valgano a ridurre il numero e l'entità dei guasti e di ciò si occupa appunto il presente articolo nel quale, dopo aver premesso alcune nozioni sulla produzione e sugli effetti delle sovratensioni di origine atmosferica, si indicano i mezzi di protezione più appropriati *per gli impianti di segnalamento ferroviario* e le modalità della loro applicazione.

I. — Origine e caratteristiche delle sovratensioni in genere e di quelle atmosferiche in particolare

Le sovratensioni che si producono su una linea possono provenire:

da variazioni brusche nel regime di erogazione della linea (manovre di interruttori, corti circuiti, ecc.);

da induzione da parte di una linea vicina ad alta tensione;

da burrasche magnetiche;
da apporto di cariche elettriche da parte di corpuscoli (neve, nevischio, fumo);
da scariche atmosferiche che investano direttamente la linea;
infine dall'azione di nubi cariche d'elettricità.

La tensione delle linee impiegate per gli scopi di segnalamento è così bassa e l'erogazione relativamente così debole che le sovratensioni per causa di variazioni brusche del regime della linea non hanno importanza.

L'induzione da parte di linee vicine ad alta tensione può esser anche molto importante, ma solo per le linee di telecomunicazione o di distribuzione di energia.

Le linee di segnalamento propriamente dette non hanno generalmente una lunghezza sufficiente perchè la tensione indotta — che dipende anche da tale lunghezza — assuma valori pericolosi.

Il pericolo di miscuglio è piccolo e i mezzi di protezione sono classici.

Le burrasche magnetiche non hanno influenza che sulle lunghe linee telegrafoniche.

Gli apporti di cariche elettriche da parte di particelle possono produrre sovratensioni dell'ordine di 30.000 Volta, ma di proposito non vengono qui considerate, eccedendo i limiti del presente scritto.

Restano quindi le scariche atmosferiche che possono investire direttamente la linea di segnalamento — fortunatamente assai rare — e l'azione delle nubi cariche d'elettricità.

* * *

Secondo le moderne teorie (Simpson e altri) una nube temporalesca è prodotta dal movimento ascendente rapidissimo di una corrente di aria calda e umida, la quale trascina una grande quantità di ioni, in prevalenza negativi, che abbondano alla superficie del terreno nelle regioni più soggette ai temporali.

A mano a mano che la corrente d'aria sale, si raffredda e per conseguenza il vapor d'acqua si condensa, dando luogo alla formazione di tante piccole goccioline le quali, per quanto si è detto, sono in grande maggioranza cariche di elettricità negativa.

Quando tali goccioline, sempre trasportate dalla corrente d'aria, giungono nelle alte regioni dello spazio, vengono in contatto coi piccolissimi aghi di ghiaccio che costituiscono i cirri e che sono carichi, per effetto della radiazione solare, di elettricità positiva.

Allora esse neutralizzano la propria carica elettrica negativa formando in pari tempo, a seconda della temperatura, goccie di pioggia o fiocchi di neve o chicchi di grandine che divengono man mano più grandi finchè, per effetto del proprio peso, scendono, in generale sotto forma di pioggia, verso la parte inferiore della nube.

Ma la corrente d'aria che continua a salire scompone nuovamente la carica elettrica di queste goccie di pioggia e ne trasporta di nuovo verso l'alto la parte negativa e poichè d'altra parte le goccioline non cadono subitamente a terra, ma sono sostenute dalla corrente d'aria, esse si accumulano nella parte inferiore della nube dove si va così creando una carica positiva che aumenta continuamente.

Questa carica crea nello spazio compreso fra la nube e la terra un campo elettrostatico di cui il gradiente del potenziale (differenza di potenziale per metro) è eleva-

tissimo (frequentemente di 200.000 volta e più) e di cui la massima intensità si verifica naturalmente nello spazio direttamente sottostante alla nube.

Se in questo campo elettrostatico si trova un conduttore (nel caso nostro una linea elettrica), esso diventa sede di una differenza di potenziale il cui valore dipende dal gradiente di potenziale del campo e dall'altezza del conduttore sopra il suolo. Sia che la nube si carichi progressivamente, durante la formazione del temporale, stando ferma sopra la linea, sia che la nube già carica, movendosi, si avvicini alla linea, l'effetto è che ciascun conduttore di questa assume per influenza una carica latente che si manifesta al momento in cui un lampo, abbassando o annullando il potenziale della nube, libererà la carica stessa.

Per meglio comprendere questo fatto, basta ricordare brevemente i fenomeni fondamentali dell'elettrostatica.

Se nel campo prodotto da un corpo A carico di elettricità, ad es., positiva (fig. 1), viene portato un altro corpo conduttore B allo stato neutro, la carica zero che questo in origine aveva, viene parzialmente decomposta, com'è noto, in due cariche uguali e di segno opposto e precisamente la carica positiva si porta nella parte del corpo influenzato più lontana dal corpo influenzate, mentre la carica negativa si porta nella parte più vicina.

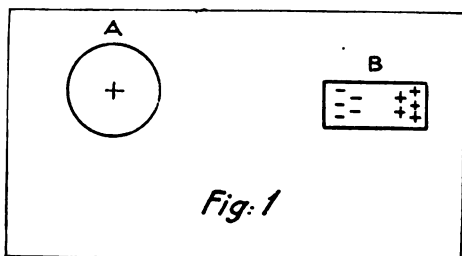



Fig. 1

Queste cariche, alla loro volta, agiscono sull'elettricità allo stato neutro del corpo influenzato, producendone una ulteriore scomposizione. Le cariche vanno perciò aumentando fino a che la loro azione giunga a pareggiare quella del corpo influenzante. Allora il corpo influenzato viene a trovarsi — elettricamente — in equilibrio.

Se il corpo influenzante viene scaricato od allontanato, le due cariche opposte del corpo influenzato tornano a combinarsi ed esso ritorna allo stato neutro. Se, infine, mentre i due corpi, influenzante e influenzato, sono vicini, si collega alla terra un punto del corpo influenzato, la carica positiva di questo viene rigettata a terra, mentre quella negativa rimane su di esso e il corpo, comunicando colla terra, si trova al potenziale zero.

Se adesso si toglie la comunicazione colla terra e si scarica o si allontana il corpo influenzante, l'elettricità negativa non potrà più neutralizzarsi con quella positiva passata nel terreno e, non essendo più attratta dal corpo influenzante, si spanderà su tutto il corpo influenzato che risulterà così elettrizzato negativamente ed, essendo ora isolato dal terreno, assumerà il potenziale competente alla posizione che occupava nel campo preesistente.

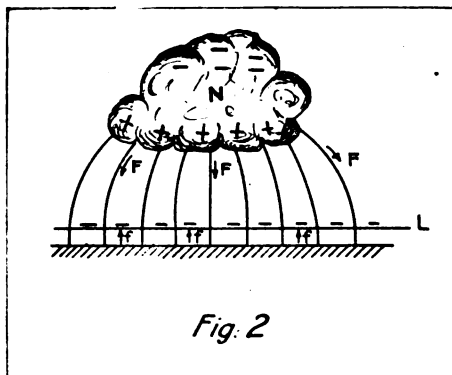
Si è supposto che il corpo influenzante fosse carico di elettricità positiva, ma esso poteva ugualmente esser pensato carico negativamente. Questi termini positivo e negativo non hanno valore assoluto, ma sono espressioni relative come alto e basso. Quando si dice che un corpo è alto non si dice niente di assoluto, ma soltanto che esso è più alto di un altro più basso.

Nel caso in esame il corpo influenzante, carico ad es. di elettricità positiva, è la nube N (fig. 2) mentre il corpo influenzato è costituito da ciascuno dei fili della linea

L, sui quali perciò si verificherà la separazione delle cariche che prima si neutralizzavano.

Per quanto i fili siano sostenuti da isolatori anche con elevata resistenza d'isolamento, tuttavia, dato il forte numero di questi in parallelo, appena avvenuta la separazione delle cariche, quella positiva viene abbastanza rapidamente respinta a terra e quindi, in definitiva, si ha su ciascun filo una distribuzione di cariche negative le quali, scorrendo per effetto dell'attrazione della carica della nube lungo i fili, vengono ad addensarsi nella parte più direttamente sottostante, alla nube stessa.

Fig. 2

Se ora si esamina la nuova situazione creatasi, si riscontra l'esistenza di un campo principale, la cui direzione è indicata nella fig. 2 dalle freccie *F*, che si estende dalla nube alla terra, la quale può considerarsi con larga approssimazione a potenziale zero e quindi negativa rispetto alla nube caricata positivamente e di un campo secondario la cui direzione è indicata nella fig. 2 dalle freccie *f* fra la linea e la terra la quale, essendo meno negativa dei fili di linea, può considerarsi positiva rispetto alla forte carica negativa accumulata su di essi. Questo campo secondario ha direzione opposta a quello principale.

La separazione delle cariche alla superficie della terra è tale che questi due campi risultano in equilibrio cosicchè si possono considerare uguali e di opposta direzione, dal che consegue che, sostanzialmente la terra e la linea si trovano allo stesso potenziale.

Ma la nube non sta semplicemente o solamente sopra la linea, con una carica fissa. Essa può caricarsi gradatamente oppure abbassarsi finchè la sua tensione risulti eccedere la resistenza dielettrica dello strato d'aria che la circonda e allora il lampo scocca fra la nube e alcuni punti della superficie terrestre oppure fra la nube ed un'altra nube. In ambo i casi l'effetto è quello di ridurre o di annullare istantaneamente la differenza di potenziale fra la nube e la terra.

Colla stessa rapidità sparisce il campo principale e rimane il solo campo fra la linea e la terra.

Bruscamente dunque la linea è portata ad un elevatissimo potenziale contro terra il cui valore è dato dal prodotto del gradiente di potenziale (differenza di potenziale per metro) del campo fra la nube e la terra esistente all'istante in cui è brillato il lampo per l'altezza della condottura al di sopra del suolo. Ad es. se la nube era ad una tensione di 100.000.000 di volta e si trovava a 2000 metri dal suolo il gradiente di potenziale era di 50.000 volta per metro. Uno linea situata sotto la nube a 6 m. d'altezza sul suolo si troverà portata ad una tensione di 300.000 volta contro terra.

La maggior tensione indotta si ha quando la nube che si scarica è verticalmente sopra la linea; tuttavia possono aversi tensioni pericolosissime sulla linea anche durante l'avanzarsi d'un temporale. Ad es. considerando ancora la nube di cui all'esempio numerico precedente, la tensione indotta in un punto della linea, non collocato sotto

la nube ma lateralmente, in modo che la distanza misurata obliquamente della nube dal punto corrispondente della terra sia di 6000 m. sarebbe di $\frac{100.000.000}{6000} \times 6 = 100.000$ volta.

Le cose dette valgono, per quanto è stato già osservato, anche nel caso, assai più raro del resto, che la nube sia carica negativamente anzichè positivamente. In questo secondo caso le cariche sulla superficie terrestre e sui fili sarebbero invertite di segno ma gli effetti finali sono pressochè identici.

Come si è detto, il valore massimo della tensione indotta si ha nella regione sottostante alla nube, dove il gradiente del potenziale è massimo. Dall'una e dall'altra parte della linea il valore della tensione indotta diminuisce, finchè ad un certo punto, distante probabilmente molti chilometri, non vi è più tensione indotta sulla linea.

Che avviene ora di questa enorme carica accumulata in un punto? Una piccola parte tende a passare alla terra attraverso gli isolatori e questa è la ragione per cui frequentemente, in occasione di temporali, si vedono gli isolatori scintillare.

La maggior parte della carica invece si riversa bruscamente verso le parti della linea che sono a più basso potenziale e ciò dà luogo alla formazione di due onde di tensione propagantisi, con velocità vicina a quella della luce, lungo la linea in direzione opposta.

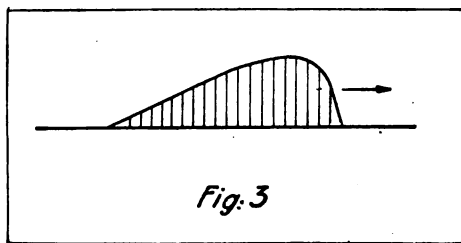



Fig. 3

La caratteristica di queste onde è di avere una forma press'a poco triangolare con un fronte ripidissimo (fig. 3) come lo dimostra il fatto che esse riescono a provocare scintille anche fra due spire successive di una stessa bobina. Le più ripide fronti fin qui constatate sono state dell'ordine di 8 microsecondi (milionesimo di secondo) corrispondente alla frequenza di 30.000 periodi per secondo.

Durante la loro propagazione, queste onde di tensione sono in parte derivate a terra al primo palo che incontrano, i cui isolatori vengono generalmente spezzati, e, in misura decrescente ai pali successivi, cosicchè esse vengono in definitiva a subire una notevole attenuazione e quindi la differenza di tensione fra la linea e la terra diventa gradatamente sempre minore. Tuttavia le onde restano sempre a fronte ripida e conservano un'ampiezza pericolosa.

Quando un'onda raggiunge o l'estremità aperta della linea o un punto in cui sono inseriti apparecchi aventi autoinduzione (trasformatori, relais, ecc.) ha luogo la sua riflessione.

Nell'istante della riflessione l'energia dell'onda, che durante la trasmissione era, com'è noto, per metà elettromagnetica e per metà elettrostatica, si trasforma tutta in energia elettrostatica, poichè in quell'istante la corrente cessa.

Per conseguenza in quell'istante gli apparecchi inseriti in quel punto sono cimentati ad una tensione doppia di quella dei punti vicini della linea corrente.

* * *

Se il lampo o il colpo di fulmine scoppiano a qualche distanza dalla linea, su quest'ultima si genera inoltre — per induzione elettromagnetica — una sovratensione oscillante a grande frequenza (da 10.000 a 1.000.000 di periodi per secondo).

Avviene cioè una specie di trasmissione radioelettrica in cui le due nubi oppure la nube e la terra rappresentano il trasmettitore e la linea costituisce l'antenna ricevente.

L'onda di tensione derivante da questa induzione ha generalmente un valore poco elevato e quindi il fenomeno ha importanza limitata.

* * *

Se infine il fulmine cade direttamente sopra la linea i fenomeni sono analoghi a quelli sopradescritti con la sola differenza di una molto maggior entità dovuta al fatto che all'onda di tensione indotta si aggiunge quella direttamente impressa dal fulmine e che perciò la quantità d'energia in giuoco è infinitamente maggiore.

Mentre le scariche prodotte dall'azione delle nubi temporalesche sono per la quasi totalità positive, quelle accompagnanti i fulmini possono essere positive o negative.

L'apparente contraddizione si spiega colle seguenti considerazioni.

Il fulmine consiste in un trasporto di cariche positive dalla nube al suolo o alla linea che si effettua per ionizzazione progressiva. Sotto l'influenza della variazione del campo elettrico che si produce in tali condizioni, le cariche negative che si trovano alla superficie del terreno si concentrano in vicinanza del punto verso cui il fulmine si dirige e quando il campo elettrico ha raggiunto in quel punto il valore critico, l'aria diviene conduttiva e le cariche negative si precipitano incontro a quelle positive trasportate dal fulmine.

Di regola, il distacco delle cariche negative dal suolo avviene con ritardo e perciò il fulmine risulta un movimento in prevalenza di cariche positive, ma può anche avvenire che le cariche negative si distacchino dal suolo più rapidamente ed allora il fulmine nelle vicinanze del terreno o della linea può risultare come un movimento di cariche negative.

* * *

La determinazione del valore delle sovratensioni a cui vanno soggette le linee in occasione di temporali è stata fatta a mezzo di un apparecchio detto clidonografo (1) il quale fornisce, su una lastra fotografica, delle immagini di forma e dimensioni variabili secondo la tensione e la polarità delle sovratensioni e più recentemente dall'oscillografo a raggio catodico (2).

Si è così potuto dimostrare che se colpi di fulmine diretti (scarica fra nube e linea) raggiungono tensioni elevatissime (fino a 100.000.000 di volta) la maggior parte delle sovratensioni per induzione non supera generalmente i 200 ÷ 300.000 volta. Più comunemente, le sovratensioni che si possono avere sulle linee degli impianti di segnalamento sono dell'ordine dei 50.000 volta e anche meno.

Anche così limitate, tali tensioni possono però arrecare danni considerevoli agli apparecchi del segnalamento ferroviario, il cui isolamento è previsto per soli 2000 o 3000 volta.

---

(1) Per maggiori particolari vedi: Cerretelli: *Le sovratensioni in relazione all'isolamento di linea e di macchina*, ne « L'Elettrotecnica », 1928, n. 33; e Someda: *Il clidonografo nella misura della fronte d'onda degli impulsi aperiodici*, ne « L'Elettrotecnica », 1930, n. 8.

(2) Vedi Someda: *Caratteri delle sovratensioni e aspetti del problema delle protezioni*, ne « L'Elettrotecnica », 1930, n. 6.

L'intensità delle correnti di scarica può raggiungere parecchie centinaia di migliaia di ampère, con potenze quindi di bilioni di cavalli, applicate per pochi microsecondi (milionesimi di secondo).

Si è pure riconosciuto che il lampo, che sembra unico ai nostri occhi, è in realtà costituito da una serie di lampi (se ne sono contati fino a 12) succedentisi ad intervalli di qualche milionesimo di secondo.

Infatti quando avviene la prima scarica, la parte della nube che è stata da essa interessata è ridotta allo stesso potenziale della terra. Allora la rimanente parte della nube oppure un'altra nube carica vicina si scaricano su di essa, portandola nuovamente ad un elevato potenziale. Questa azione avviene prima che lo spazio fra la nube e la terra che era stato attraversato dalla prima scarica, riprenda la propria normale rigidità dielettrica e così avviene una seconda scarica fra la parte di nube ricaricata e la terra, seguendo lo stesso tragitto della prima.

Il fenomeno può ripetersi più volte, ma sempre ad intervalli di tempo così brevi che, all'occhio, tali lampi successivi, sembreranno un lampo unico.

Questa constatazione ha importanza agli effetti della determinazione dell'ordine di grandezza del tempo di applicazione delle sovratensioni subite — per effetto delle scariche atmosferiche — dagli apparecchi e spiega come sulle linee si possa avere un seguito di sovratensioni indotte successive ed una consimile successione di scariche attraverso gli scaricatori.

* * *

Dalle cose dette risulta anche l'importanza che hanno sulla propagazione dei lampi e fulmini, la conducibilità dell'aria e la presenza di ioni negativi. Quest'ultima dipende dalla costituzione geologica del terreno e dalla sua radioattività.

Ciò spiega perchè vi siano regioni anche estese in cui i temporali sono più frequenti e punti presi particolarmente di mira dai fulmini. Le località più soggette ai fulmini sono quelle in corrispondenza ai terreni di origine eruttiva (specialmente graniti) ed alle linee di contatto di strati geologici differenti (fondi di valloni, gole incassate, sorgenti termali).

Altra influenza è quella del clima, occorrendo per la formazione di un temporale la concomitanza di un'intensa radiazione solare, di correnti d'aria riscaldata e di un notevole grado d'umidità.

Evidentemente i temporali saranno più frequenti e più violenti nelle regioni calde, umide e senza vento che in quelle asciutte, fresche e ventilate.

È ormai riconosciuto invece che non hanno alcuna influenza sulla formazione dei lampi e fulmini, la conducibilità elettrica del terreno e la presenza in esso di giacimenti metalliferi.

II. — Azione delle sovratensioni di origine atmosferica sugli impianti di segnalamento

Un impianto di segnalamento ridotto alla sua più semplice e schematica rappresentazione comprende (fig. 4):

una linea principale d'alimentazione (primaria) ordinariamente alla tensione di 5000÷10.000 volt;

una o più linee di distribuzione (secondarie) alimentate dalla prima mediante trasformatori. I circuiti secondari di questi trasformatori si estendono generalmente su piccole distanze;

una o più linee derivate per comando di segnali, alimentazione di circuiti di binario ecc. alimentate dalle linee secondarie a mezzo di piccoli trasformatori a bassa tensione.

Fig. 4

In ciascuna di queste linee sono inseriti apparecchi aventi autoinduzione, cioè comprendenti avvolgimenti (trasformatori, relais, bobine in genere) i quali sono più particolarmente esposti ai danneggiamenti da parte delle sovratensioni che possono prodursi sulle linee alle quali sono collegati.

Ad eccezione dei colpi diretti di fulmine i quali — salvo circostanze speciali — hanno in generale conseguenze che sono gravi come intensità, potendo giungere sino alla distruzione completa dell'impianto colpito, ma hanno però un'estensione assai limitata, gli effetti dannosi delle sovratensioni possono riassumersi nelle due seguenti categorie:

a) fulminazioni di isolanti (isolatori di linea, isolamento di apparecchi come trasformatori, relais, ecc.) ed eventualmente anche distruzione degli apparecchi;

b) fusione di valvole che, per quanto meno gravi come entità del danno arrecato, sono però egualmente pregiudizievoli alla regolarità del servizio.

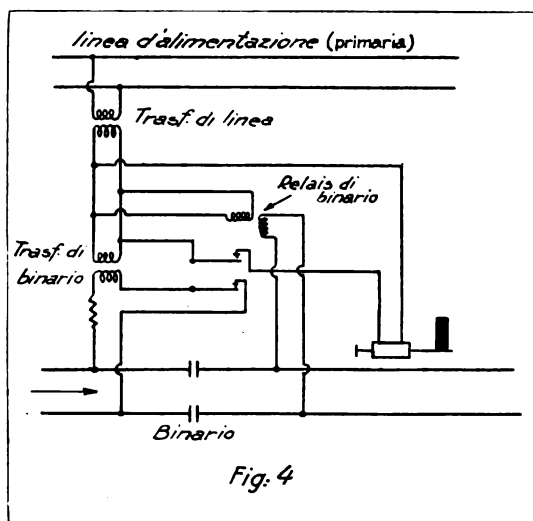
* * *

La pratica dell'esercizio insegna che le sovratensioni di origine atmosferica che possono verificarsi negli impianti di segnalamento e che sono rese evidenti dai danni che producono, possono manifestarsi in uno qualunque dei circuiti.

Poichè i circuiti locali sono generalmente molto corti, è stata posta la domanda da dove provenissero le sovratensioni che si manifestano in essi.

Da una parte si pensava chè, data la stretta vicinanza delle rotaie alla terra e perciò la bassa resistenza d'isolamento verso il suolo, specialmente quando la massicciata è bagnata, elevate tensioni nel circuito di binario non potessero verificarsi se non nel caso di un diretto colpo di fulmine.

D'altra parte si riteneva improbabile che un impulso di tensione potesse venir trasmesso attraverso gli avvolgimenti dei trasformatori pensando che la bassa capacità elettrosatica fra gli avvolgimenti non lo consentisse e specialmente pel fatto che, nel caso dei circuiti di binario, due sono i trasformatori che si trovano fra la linea ad alta tensione e i circuiti stessi.

Riguardo al primo punto, prove sperimentali hanno invece dimostrato che nei circuiti di binario possono verificarsi sovratensioni di notevole grandezza — 3000 e più volta. Invero, i circuiti di binario spesso, o perchè si trovano su rilevati, o per speciali

caratteristiche del terreno, possono risultare a qualche metro di distanza dal terreno conduttivo. Ora il campo elettrostatico di una nube non si arresta senz'altro alla superficie del terreno e quindi al binario, ma si estende fino al terreno conduttivo, cosicchè le rotaie si trovano nelle stesse condizioni dei fili di linea che abbiamo considerato nel capitolo 1° e quindi sono sottoposti a tensione per induzione elettrostatica.

Se poi queste tensioni sul binario siano o meno la causa dei guasti ai relais, è questione discussa. Sembra infatti che una buona parte dei guasti possa dipendere dai disturbi sulle linee d'alimentazione ad alta tensione.

L'esame di molti relais di binario danneggiati da scariche atmosferiche mostra chiaramente che il danneggiamento si verifica quasi sempre dal circuito locale alimentato dal trasformatore ad alta tensione verso i circuiti di binario. Si vede cioè che la scarica è entrata dai fili di linea ai contatti del relais, ha girato intorno all'isolamento delle bobine fino al nucleo di esse e quindi è passata attraverso la bobina ai conduttori del binario e da questo alla terra o attraverso le rotaie o attraverso uno scaricatore del circuito di binario.

Riguardo al secondo punto, si osserva che le perturbazioni che causano questi danni non sono trasmesse dalla linea ad alta tensione attraverso l'accoppiameno del trasformatore, ma possono raggiungere il circuito secondario e per conseguenza i relais quando nel trasformatore avvenga una fulminazione dell'isolamento.

Parecchi trasformatori esaminati mostrarono evidenti fulminazioni in corrispondenza dell'introduzione dei fili nella custodia.

Queste fulminazioni che possono verificarsi fra i conduttori ad alta tensione e la custodia oppure fra la custodia e i conduttori a bassa tensione, permettono alle tensioni indotte sui fili del circuito primario di raggiungere i circuiti locali dei relais di binario e di danneggiare i relais stessi, come pure possono permettere alla tensione normale della linea primaria di applicarsi sui circuiti dei relais abbastanza a lungo per distruggerli.

Non si pretende con questo di dimostrare che tutti i danneggiamenti ai relais provengano dalla linea ad alta tensione, poichè molti disturbi provengono anche da altre sorgenti, ma probabilmente questi ultimi sono di minor intensità.

In ogni modo è accertato che si può notevolmente diminuire il numero dei relais danneggiati mediante un'accurata protezione dei trasformatori.

A complemento dei suesposti risultati pratici vennero eseguite prove su circuiti artificiali riproducenti il più esattamente possibile le condizioni effettive dei circuiti e da esse è risultato dimostrato che, applicando al circuito primario del trasformatore ad alta tensione un impulso di sovratensione, si potevano avere elevate tensioni fra linea e terra nei circuiti secondari e precisamente si poteva avere nel circuito secondario del trasformatore una tensione fino al 60-70 % dell'impulso applicato al primario e, nei circuiti di binario, si poteva avere una tensione fino al 25-30 % dell'impulso stesso.

Inoltre la tensione indotta rispetto alla terra ha uguale valore nei conduttori di ciascun circuito.

Una tensione, all'incirca uguale a quella che si ha fra i fili del circuito secondario e la terra, si manifesta anche fra la custodia del trasformatore e la terra.

Se si mette a terra la custodia del trasformatore, la tensione fra i due conduttori del circuito secondario e la terra si riduce all'incirca alla metà.

Questi fatti dimostrano che la trasmissione di tensioni attraverso gli avvolgimenti dei trasformatori ha natura piuttosto elettrostatica che elettrodinamica.

Invero, la capacità elettrostatica fra gli avvolgimenti e fra ciascuno di essi e la terra, pur non essendo elevata, può però esser abbastanza alta per consentire un passaggio di tensione anche notevole.

Il fatto poi che la custodia del trasformatore assume, quando è isolata, una tensione simile in grandezza a quella del circuito secondario, è prova evidente di induzione elettrostatica. Se l'induzione fosse elettromagnetica, la tensione indotta non sarebbe interessata così direttamente dal metter a terra la custodia del trasformatore e i due fili della linea assumerebbero potenziali differenti.

Inoltre la tensione nel secondario sarebbe proporzionale a quella nel primario in ragione del rapporto di trasformazione, mentre dai risultati delle prove ciò non appare.

In conclusione le prove anzidette hanno confermato in modo definitivo che si possono avere sui circuiti locali e di binario, sovratensioni di considerevole grandezza e che un'origine di queste sovratensioni è l'induzione elettrostatica prodotta dalle sovratensioni che si verificano nel circuito primario che alimenta i circuiti a bassa teensione. Questo avviene anche se il circuito primario è protetto da scaricatori che limitano la tensione ad un valore di sicurezza per l'isolamento primario. Ciò dà una spiegazione plausibile di parecchi disturbi che si verificano nei circuiti di segnalamento e dimostra la necessità di sicure misure di protezione per neutralizzarne gli effetti anche dalla parte dei circuiti secondari.

Le prove hanno pure dimostrato — come si è visto — che la messa a terra delle custodie dei trasformatori apporta una sensibile riduzione della tensione indotta e che quindi questa è un'altra via per ridurre i disturbi prodotti ai circuiti di segnalamento, dalle scariche atmosferiche.

* * *

Un altro fatto che arreca considerevole disturbo è la fusione — durante i temporali — delle valvole dei primari dei trasformatori alimentati dalle linee ad alta tensione o di quelle di cui sono muniti i circuiti secondari in corrispondenza agli apparecchi.

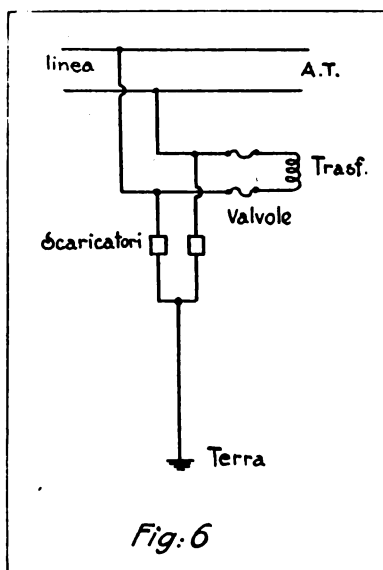
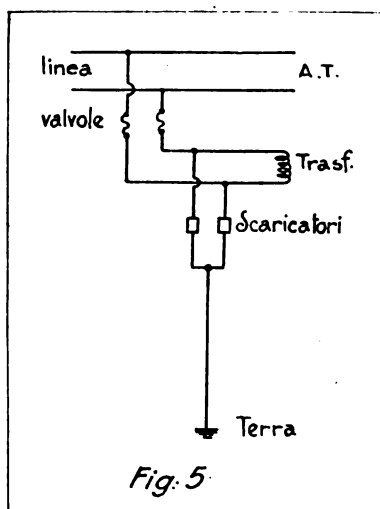
Quando ciò avviene, è necessario, per ripristinare il funzionamento dell'impianto, localizzare e sostituire le valvole fuse, il che richiede generalmente un tempo non indifferente.

Le fusioni delle valvole sono causate generalmente dalle fulminazioni dovute alle scariche atmosferiche: cioè la scarica fulmina l'isolante e fa incanalare la corrente attraverso di esso, il che produce il passaggio di una corrente eccessiva attraverso le valvole.

Sembra veramente molto improbabile che l'energia dell'impulso di scarica possa di per sè stessa causare tali fusioni, perchè la sua durata è estremamente breve.

Furono a tale riguardo eseguite ricerche applicando al circuito primario un impulso di tensione dopo di aver posto fra ciascun conduttore del circuito secondario e la terra, una derivazione con spazio d'aria abbastanza piccolo perchè l'arco che vi produceva per effetto dell'impulso di tensione trasmesso al secondario potesse mantenersi.

Fig. 5

Fig. 6

Ogni volta che l'arco persisteva, le valvole si fusero.

D'altra parte anche l'esame dei trasformatori sembra indicare che la causa delle fusioni è la corrente dell'impulso di scarica. Infatti, se le valvole primarie sono collocate sulla linea prima dello scaricatore esse convogliano tutta la corrente dell'impulso di scarica. Questa disposizione è stata adottata perchè permette di rimpiazzare uno scaricatore o un trasformatore danneggiato semplicemente togliendo la valvola senza interrompere la linea (fig. 5).

In vista della facilità con cui le valvole tarate per proteggere il trasformatore fondono per effetto delle scariche atmosferiche, parecchi ritengono più opportuno collocare, come si faceva anticamente, dopo la derivazione allo scaricatore (fig. 6) in modo che esse non siano percorse dall'intera onda di corrente della carica atmosferica.

III. — Elementi protettivi

a) Fili di guardia.

Una prima misura di protezione può consistere nel munire la linea di uno schermo elettrostatico buon conduttore.

Ciò è molto bene realizzato nei cavi con guaina metallica circondante completamente i conduttori, siano essi interrati oppure sospesi, purchè la guaina sia messa a terra e perciò i circuiti in cavo sono immuni dai disturbi dovuti alle scariche atmosferiche, eccetto quando sono collegati in determinate condizioni con circuiti aerei.

A questo alto grado di schermatura ci si può avvicinare, nel caso dei circuiti aerei, istallando sopra e parallelamente ad essi dei fili metallici collegati alla terra dai quali i circuiti aerei possono esser protetti contro i disturbi atmosferici.

Questi fili di terra funzionano nel senso che, fino a che il campo prodotto da una nube rimane stazionario essi, caricandosi dello stesso segno degli altri conduttori paralleli, ne riducono la capacità e quindi la carica indotta in essi.

Allo scoccare del fulmine che scarica la nube, anche i fili di guardia — che sono a terra — si scaricano, assumendo successivamente polarità opposta alla precedente per induzione degli altri fili, la cui capacità quindi aumenta con conseguente riduzione del potenziale.

La diminuzione percentuale della tensione indotta nei conduttori per l'effetto suddetto del filo di guardia, in confronto di quella che si avrebbe senza di essi si definisce « protezione ».

Da considerazioni teoriche si deduce che la protezione:

1° È indipendente dal diametro dei conduttori e cresce con quello del filo di guardia e quindi anche con l'effetto corona che agisce come se il filo aumentasse di diametro, e ciò tanto più quanto più elevato è il gradiente del potenziale agente;

2° Aumenta coll'aumentare della distanza fra il filo e i conduttori quando questi sono al di sopra: il contrario se fossero al di sotto.

3° Aumenta col numero dei fili di guardia.

Un filo di guardia collocato direttamente sopra un circuito può, nelle più favorevoli condizioni, ridurre la tensione indotta al 60-70 % di quella che si avrebbe — nelle stesse condizioni — senza il filo di guardia. Con due fili la riduzione giunge al 50 % e con tre al 25 %. Fili addizionali disposti lateralmente al circuito miglioreranno ancora le condizioni. Tale disposizione, infatti, si avvicina a quella di un cavo.

4° Varia coll'altezza del filo di guardia e dei conduttori sul suolo.

L'uso di palificazioni basse offre parecchi vantaggi. Le sovratensioni indotte che sono proporzionali all'altezza dei conduttori sul suolo riescono minori. Anche la probabilità di scarica diretta sui conduttori viene diminuita. Questa riduzione può anche esser molto grande specialmente se, lungo la linea vi sono degli alberi press'a poco della stessa altezza della linea stessa.

5° Varia colla conduttività del terreno sottostante alla linea.

6° Varia col numero e colla resistenza elettrica delle connessioni dei fili di guardia alla terra.

Pel buon rendimento dei fili di guardia è indispensabile che la loro messa a terra non presenti una resistenza superiore a 40 ohm.

Dove la resistenza di terra è grande si possono anche usare i cosiddetti contrappesi costituiti da tratti di filo o di cavo interrati, lunghi fino a 300 m., collegati colla base del palo. L'effetto è tanto maggiore quanto più numerosi sono i contrappesi disposti radialmente intorno al palo. Di solito però non se ne impiegano più di due, l'uno opposto all'altro rispetto al palo.

* * *

Se o meno vi ha convenienza ad impiantare un filo di guardia, dipende dal valore che si dà al requisito: continuità del servizio.

I fili di terra abbasseranno molti dei disturbi ad un valore inferiore a quello che può causare danni e ciò migliorerà il servizio.

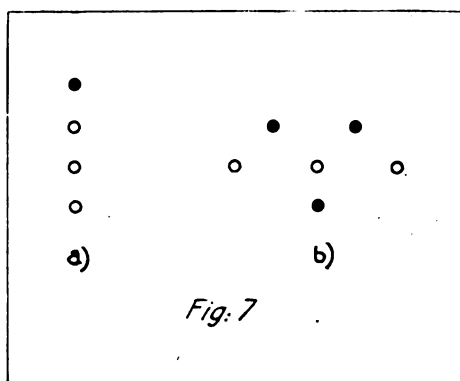
I fili di guardia non sono una panacea universale per i disturbi atmosferici, però se si adotta negli impianti un numero sufficiente di fili di guardia e di scaricatori, si possono praticamente eliminare tutti i disturbi atmosferici rendendo la linea e gli apparecchi collegati adatti al loro servizio.

Tuttavia l'utilità di questa applicazione sostenuta da alcuni, è contestata da altri i quali fanno osservare che la riduzione anche del 75 % di una tensione dell'ordine di

1.000.000 di Volta non dà una protezione sufficiente e che perciò questo mezzo, molto oneroso, non dispensa dall'uso degli scaricatori. D'altra parte devesi osservare che gli stessi oppositori riconoscono che sovratensioni di questo ordine di grandezza sono assai rare.

Altro argomento di discussione è la misura quantitativa della protezione data dai fili di guardia in relazione alla loro disposizione e al loro numero in relazione anche all'economia d'impianto.

Il massimo di protezione sarebbe evidentemente raggiunto avviluppando la linea in una gabbia metallica collegata a terra, cioè collocando la linea nell'interno di una gabbia di Faraday che, essendo una superficie equipotenziale, protegge il campo interno da variazioni inerenti a mutamenti del campo esterno. Ciò evidentemente non può farsi per ovvie ragioni di economia e di costruzione, onde occorre ridurre la gabbia ad uno e preferibilmente a due o tre fili di guardia sistemati nel modo migliore.

Fig. 7

Secondo Peek il minimo di protezione viene raggiunto colla disposizione della figura 7-*a* ed il massimo con quella della figura 7-*b*.

Nell'un caso i potenziali indotti sono 0,60 di quello che sarebbero senza filo di guardia, nell'altro appena 0,15.

Secondo alcuni infine per i fili di guardia sarebbe da proscrivere l'uso dell'acciaio galvanizzato e si dovrebbe ricorrere a materiali di elevata conducibilità (rame o conduttori misti con anima d'acciaio).

Comunque, i tecnici sembrano considerare oggi che i fili di guardia costituiscono un interessante elemento di protezione.

In ogni caso questo elemento non è efficace che se le prese di terra sono fatte il più possibile vicine fra di loro: almeno ogni 5 pali e possibilmente ad ogni palo. Se il sostegno non costituisce esso stesso una buona comunicazione a terra, è necessario stabilire una buona presa di terra.

* * *

Un dispositivo che ha attinenza coi fili di guardia e che viene usato dove non si ha possibilità di avere buone terre è costituito dai cosiddetti « diverting wires » che sono tratti di filo disposti perpendicolarmente all'andamento della linea, portati da appositi sostegni e collocati ad un'altezza sopra i conduttori molto maggiore di quella a cui si mettono i soliti fili di guardia.

b) SCARICATORI.

Lo scaricatore è un dispositivo che serve a ridurre la tensione di un impulso applicato ai suoi morsetti ad un valore che non sia pericoloso per l'isolamento della linea o dell'apparecchio che esso è destinato a proteggere.

Ciò si ottiene col predisporre una comunicazione di scarica tra i fili di linea e la terra, avente lo scopo di deviare dal circuito le sovratensioni pericolose. Tale comu-

nicazione deve peraltro esser momentanea, cioè non deve lasciar passare nè prima nè dopo la scarica, la corrente normale della linea.

Di fatto i primitivi scaricatori constavano di un semplice intervallo esplosivo (spazio d'aria) realizzato fra il punto da proteggere e la terra; costituivano cioè un punto di minor isolamento creato artificialmente al posto voluto.

Uno scaricatore ideale non dovrebbe lasciar passare corrente finchè la tensione non raggiunge un valore limite predeterminato e al di sopra di questo — qualunque sia la tensione — dovrebbe lasciar passare soltanto la corrente necessaria per mantenere la tensione al lavore limite stesso. Inoltre esso non dovrebbe esser sensibile alla forma d'onda nè presentare fenomeni di isteresi elettrica.

Lo scaricatore deve quindi corrispondere ad una valvola la cui tensione di adescamento sia minore della tensione di rottura dell'isolante del punto più debole della parte d'impianto che si vuol proteggere.

Fig. 8

L'onda della corrente di scarica, attraversando lo scaricatore nel momento del suo funzionamento, provoca una depressione di tensione nella linea e quindi un assorbimento della sovratensione (come è indicato dagli oscillogrammi della fig. 8). La resistenza elettrica dello scaricatore deve naturalmente avere un valore appropriato onde raggiungere questo scopo e smorzare le eventuali riflessioni d'onda e oscillazioni.

Infatti, una messa a terra diretta, pur riducendo a zero il valore della tensione, provocherebbe un'onda di tensione riflessa, di valore massimo uguale a quello dell'onda primitiva, ma di polarità opposta, la quale percorrendo in senso inverso la linea, minaccerebbe in altro punto l'isolamento.

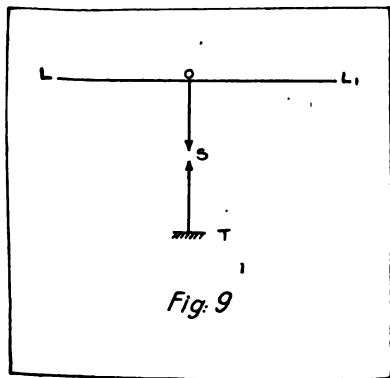
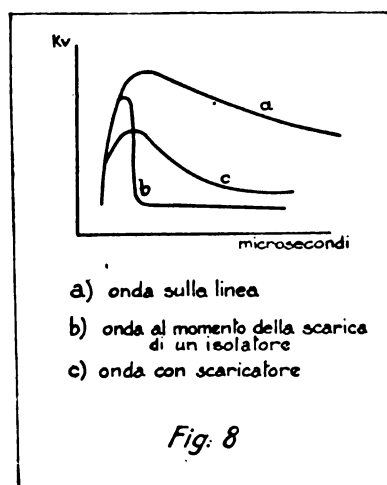
Lo scaricatore — per evitare riflessione — dovrebbe quindi avere un'impedenza uguale a quella della linea in modo da assorbire completamente tutta l'energia dell'onda mobile.

Praticamente basta che la tensione ai suoi morsetti non raggiunga la tensione di perforazione dell'isolante dell'apparecchio da proteggere.

Il funzionamento di uno scaricatore si può immaginare diviso in tre periodi:

1° l'adescamento;
2° la scarica;
3° lo spegnimento.

Fig. 9

Adescamento. — **Consideriamo una linea $L\ L_1$ dalla quale sia derivato nel punto O uno scaricatore S collegato alla terra T (fig. 9). Applichiamo alla linea una tensione lentamente crescente finchè ad un certo punto scocchi la scintilla attraverso lo spazio d'aria dello scaricatore. Il valore corrispondente della tensione misura la tensione di adescamento dello scaricatore.**

Nel caso però delle onde a fronte ripido, la tensione aumenta assai rapidamente ed allora in causa delle variazioni del campo elettrico, l'adescamento si produce con un certo ritardo, durante il quale la tensione raggiunge un valore superiore a quello limite anzidetto.

Tale ritardo dipende:

a) dal tempo di applicazione della tensione e quindi dalla sua frequenza. Ad es. uno scaricatore che si adesca a 5000 Volt alla frequenza di 50 periodi non si adesca che a 13000 Volt alla frequenza corrispondente alle scariche atmosferiche;

b) dal modo come la tensione varia dopo aver raggiunto il valore limite, essendo evidente che se essa continua a salire rapidamente il ritardo all'adescamento sarà minore, mentre se essa cresce lentamente, il ritardo all'adescamento sarà maggiore, ma quando esso si produce la tensione non avrà superato di molto il valore limite.

Se la tensione dopo aver raggiunto il valore limite, diminuisse, l'adescamento potrebbe anche non verificarsi;

c) dalla caduta di tensione che si produce nell'interno dello scaricatore e che dipende dalla sua resistenza per ciascuna frequenza e dall'intensità della corrente che lo attraversa.

La tensione di adescamento deve essere con buon margine inferiore alla tensione di perforazione dell'isolante da proteggere.

Devonsi a questo riguardo tener presenti due fatti. Il primo — sfavorevole — è che la tensione nominale di perforazione dell'isolante si riferisce all'isolante nuovo, mentre questo si degrada col tempo in ragione principalmente delle variazioni di temperatura, dell'umidità e delle ripetute applicazioni di tensioni elevate.

L'altro fatto — questo favorevole — è che la tensione di perforazione alle frequenze delle scariche atmosferiche, è assai superiore (oltre il doppio) a quella corrispondente alle frequenze ordinarie a cui si fanno le prove, per effetto del fenomeno di ritardo dei dielettrici.

In altre parole la tensione di perforazione è inversamente proporzionale al tempo di applicazione della sovratensione ed è quindi più elevata per le sovratensioni di origine atmosferica che hanno fronte assai ripido e cioè caratteristiche di tempo brevissime, dell'ordine di pochi milionesimi di secondo, mentre nelle correnti a 50 periodi, la tensione sale da zero al suo valore massimo in 1/4 di periodo, ossia in 1/200 di secondo.

Da ciò consegue che le prove fatte sugli scaricatori con correnti ordinarie hanno, agli effetti dell'argomento che ci occupa, un valore assai limitato.

Di solito si assume in pratica il valore della tensione di adescamento uguale alla tensione di esercizio della linea aumentata del 70 % e quindi esso risulta con buon margine inferiore in ogni caso alla tensione di prova degli apparecchi inseriti e con margine assai maggiore a quello di perforazione dell'isolante degli apparecchi stessi.

Non conviene adottare una tensione di adescamento troppo vicina a quella normale di esercizio per evitare che lo scaricatore risulti troppo sensibile e scarichi troppo di frequente, il che finirebbe per danneggiarlo inutilmente.

La realizzazione di scariche a tensioni di poco superiori a quelle di esercizio è particolarmente difficile per le basse tensioni come sono in genere quelle degli impianti di segnalamento.

Scarica. — Avvenuto l'adescamento, lo scaricatore è attraversato dall'onda di corrente della scarica.

La tensione che lo scaricatore lascia sussistere sulla linea durante la scarica dipende:

1° dal valore della tensione di adescamento;

2° dal valore della tensione che si stabilisce ai morsetti dello scaricatore in dipendenza del passaggio della corrente di scarica, misurata dal prodotto dell'intensità della corrente stessa per la resistenza dello scaricatore sommata alla resistenza del collegamento alla terra corrispondente alla frequenza della corrente.

Quindi la tensione che risulta applicata all'apparecchio da proteggere nelle condizioni di impulso *non è misurata* dalla tensione di adescamento dello scaricatore corrispondente alle frequenze normali, *ma sarà assai più elevata,* dipendendo essa dal fronte d'onda (cioè dal tempo di applicazione della sovratensione atmosferica), dall'intensità della corrente di scarica attraverso lo scaricatore e dalla resistenza di questo.

Ovviamente noi non conosciamo il valore di questa corrente di scarica: essa può esser tanto di 10 Amp. quanto, in caso di scariche vicine, anche di 2000 Amp. e più.

Perchè uno scaricatore sia capace di convogliare una corrente di tale entità, mantenendo una bassa differenza di potenziale ai suoi morsetti, è necessario che esso abbia una bassissima resistenza interna e un'altrettanto bassa resistenza del collegamento a terra in modo che la tensione ammessa dallo scaricatore sulla linea non sia più del 20-30 % della tensione di perforazione iniziale dell'apparecchio da proteggere per tener conto della degradazione dell'isolante.

Se le correnti di scarica hanno fortissime intensità, l'energia che passa attraverso lo scaricatore è tuttavia piccola in causa della piccolissima durata della scarica. Le difficoltà provengono invece dall'energia che viene messa in giuoco se lo scaricatore lascia passare anche la tensione normale della linea, passaggio che può negli scaricatori comuni durare da un semiperiodo a qualche secondo.

Ad es. su una linea a 10.000 V. se uno scaricatore scarica 1000 Ampère con una durata di scarica di $\frac{1}{100000}$ di secondo, riducendo il valore della sovratensione a 30.000 V. la potenza messa in giuoco è di 30.000.000 Watt, ma l'energia è di appena 300 Joule, mentre se la tensione normale della linea produce una scarica di 300 A. anche solo per un mezzo periodo (0.008 secondi) la potenza corrispondente sarebbe soltanto di 3.000.000 Watt, ma l'energia messa in giuoco è di circa 25.000 Joule, cioè più di 80 volte maggiore di quella dovuta alla sovratensione.

Estinzione. — Cessato il passaggio dell'onda di corrente attraverso lo scaricatore, questo ha esaurito il suo compito e tutto dovrebbe ritornare allo stato normale.

In pratica però, all'onda di tensione della sovratensione si accompagna la tensione normale di esercizio della linea. Per cui, quando l'onda mobile va alla terra attraverso lo scaricatore, appena la tensione diviene inferiore a quella di esercizio della linea, si ha la tendenza allo stabilimento di una corrente alimentata da quest'ultima (la cosiddetta *following current*).

Questo è un inconveniente gravissimo, in quanto che porta come conseguenza non solo la fusione delle valvole primarie, ma anche il deterioramento dello scaricatore

stesso che può così subire variazioni nelle sue caratteristiche che possono influire sulla sua efficienza come apparecchio protettivo. Occorre quindi che lo scaricatore abbia la proprietà di estinguere rapidamente l'arco formato dalla corrente di scarica. Ciò avviene quando la resistenza di quest'arco ha un valore sufficiente. È desiderabile che ciò si verifichi appena il valore della sovratensione è tornato vicino al normale, e in ogni modo al primo passaggio della corrente per lo zero, in modo cioè che non sia ammesso il passaggio di più di mezzo periodo della corrente normale di linea.

* * *

Chiamasi *rapporto di tensione caratteristico* di uno scaricatore il rapporto fra il valore massimo della tensione durante la scarica e quello della tensione corrispondente all'estinzione.

Il valore protettivo di uno scaricatore è tanto maggiore quanto più basso è il suo rapporto caratteristico. Nei moderni tipi autovalvolari, tale rapporto può scendere a 2,5 e anche meno.

Chiameremo pure *fattore d'impulso* il rapporto fra la tensione di adescamento con onde a fronte ripido e quella corrispondente alla frequenza di esercizio. Questo rapporto deve esser il più piccolo possibile.

Chiameremo infine *coefficiente di sicurezza* della linea il rapporto fra la tensione superficiale di scarica con onde a fronte ripido degli isolatori della rete e la tensione normale d'esercizio. Questo rapporto ha un valore tanto minore quanto più è elevata la tensione d'esercizio.

* * *

Da quanto si è detto consegue che uno scaricatore deve soddisfare ai seguenti requisiti:

— entrare in funzione ad una tensione non molto superiore (ad es. il 70 %) di quella normale d'esercizio;

— essere di rapido effetto, cioè scaricare la linea entro pochi milionesimi di secondo dall'applicazione della sovratensione;

— produrre una debolissima caduta di potenziale qualunque sia l'intensità della corrente che lo attraversa, cioè avere bassissima resistenza elettrica;

— impedire la formazione di riflessioni dell'onda e di oscillazioni;

— evitare la formazione di archi permanenti che permettano il passaggio alla terra della corrente normale della linea;

— conservare lungamente le proprie caratteristiche e riprendere il proprio stato iniziale dopo la scarica.

* * *

Le caratteristiche degli scaricatori vengono controllate sottoponendole ad impulsi di tensione a fronte assai rapida e ricavando a mezzo dell'oscillografo Norinder a raggio catodico gli oscillogrammi volt-tempo e volt-ampère.

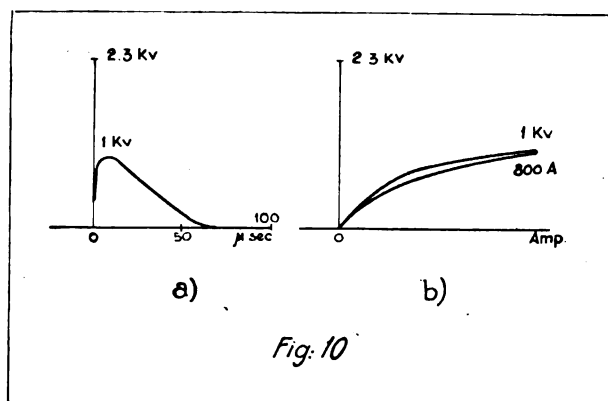
Ad es. gli oscillogrammi della fig. 10 si riferiscono ad un scaricatore a bassa tensione per segnali.

Nell'oscillogramma volt-tempo (fig. 10-a) la variazione della tensione è rappresentata sull'asse verticale e il tempo in microsecondi su quello orizzontale. L'interpretazione di questo oscillogramma è che l'impulso di tensione raggiunse un valore

di cresta di 2300 V. all'inizio della corrente di scarica, dopo di che la tensione allo scaricatore è scesa a 1000 V. e successivamente si è ridotta a zero alla fine della scarica dopo circa 50 microsecondi.

Fig. 10

Nell'oscillogramma volt-ampère (fig. 10-b) la tensione e intensità di corrente sono rappresentate contemporaneamente: sull'asse verticale le variazioni di tensione e su quello orizzontale le variazioni di intensità. L'interpretazione di questo oscillogramma è che l'impulso di tensione è salito a 2300 V. all'inizio della scarica attraverso allo scaricatore ed è caduto a 960 V. in relazione alla massima corrente di scarica di 800 ampère per poi finire a zero.

* * *

Esistono in commercio scaricatori basati sull'impiego di materiali (tirite, resorbite, cristallite, materiali porosi vari) che hanno la proprietà singolare che la loro resistenza elettrica cresce col crescere della loro lunghezza ma è quasi indipendente dalla sezione del pezzo. Inoltre essa varia inversamente, e con forte ragione, alla corrente che l'attraversa e quindi alla tensione applicata. Ad es. per la tirite, ad un raddoppiamento della tensione, corrisponde un aumento di 12 volte nella corrente attraversante, e ad un aumento di 16 volte nella tensione, corrisponde un aumento di 25.000 volte della corrente.

Così pure altri scaricatori sono fondati sulla scarica ad effluvio fra due elettrodi resistenti vicinissimi fra loro. Gli intervalli fra gli elettrodi, al crescere della corrente di scarica provocata dalla sovratensione vengono attraversati da correnti elettroniche elementari in sempre maggior numero cosicchè ne risulta una diminuzione della resistenza dello scaricatore al crescere della corrente. Allorchè la sovratensione si è ridotta all'incirca al valore della tensione di esercizio, la scarica cessa immediatamente.

Non è il caso di diffondersi sui particolari costruttivi di questi tipi di scaricatori che trovansi largamente riportati nei cataloghi delle Ditte costruttrici.

Si osserverà solo che essi hanno realmente le caratteristiche di una valvola, cioè di lasciar passare liberamente una sovratensione e di interromperne il passaggio istantaneamente allorchè la tensione ritorna vicino al proprio valore normale. Essi ammettono un basso impulso di tensione all'inizio della scarica così da assicurare che questa cominci a prodursi per un aumento di tensione inferiore alla resistenza d'isolamento dell'apparecchio.

Essi inoltre presentano una bassa resistenza interna al passaggio della scarica cosicchè un impulso, anche grande, di corrente di scarica, può passare attraverso lo scaricatore senza dar luogo ad una grande caduta di tensione ai suoi morsetti.

* * *

È condizione indispensabile per l'efficacia degli scaricatori di qualsiasi tipo, che la resistenza elettrica del loro collegamento alla terra sia la più bassa possibile.

* * *

Gli scaricatori devono essere collocati il più possibile vicini al punto da proteggere. Ad es. uno scaricatore collocato nelle immediate vicinanze di un apparecchio, ha un'efficacia quintupla di quella che avrebbe se fosse collocato a 25 m. di distanza. Non si può perciò fare assegnamento su uno scaricatore quando è collocato a qualche distanza dall'apparecchio che esso deve proteggere.

La densità della distribuzione degli scaricatori lungo una linea per avere un'efficace protezione varia in ragione inversa della tensione d'esercizio della linea stessa, cioè in ragione del coefficiente di sicurezza della linea stessa.

In ogni caso poi l'azione di uno scaricatore non si fa sentire a monte dal punto di derivazione (nel senso di propagazione dell'onda di sovratensione) perchè l'onda di scarica prodotta dal suo funzionamento non ha il tempo di appiattire l'onda di tensione dell'impulso. Gli scaricatori dunque non servono che a proteggere gli impianti situati a valle del punto di derivazione.

La protezione più efficace di un apparecchio si ha teoricamente quando lo scaricatore è collegato direttamente in parallelo con esso fra i punti tra i quali la scarica potrebbe avvenire, poichè allora il valore della sovratensione applicata all'apparecchio è limitata al valore della tensione ammessa dallo scaricatore.

* * *

Periodicamente e specialmente dopo ciascun temporale, gli scaricatori devono esser sottoposti ad una completa verifica ed ogni parte difettosa o danneggiata deve venir sostituita.

Tutte le parti dello scaricatore devono esser pulite e bene applicate.

Si devono pure eseguire, ad intervalli, prove per determinare la resistenza delle terre e la continuità delle connessioni di terra.

Infine, ogni primavera, deve esser provato l'isolamento rispetto a terra di tutti i circuiti e ogni scaricatore che risulti a terra deve venir sostituito.

c) TERRE.

Qualunque sia il dispositivo di protezione impiegato, cioè filo di guardia o scaricatori, è in ogni caso indispensabile, perchè esso sia efficace, disporre di un'ottima connessione alla terra che deve necessariamente, per servire allo scopo, avere una resistenza elettrica piccolissima. In particolare gli scaricatori non possono adempiere al loro compito se sono ostacolati da un'elevata resistenza di terra poichè la tensione che cimenta l'isolamento è appunto — come abbiamo visto — quella che si manifesta ai morsetti dello scaricatore e del suo collegamento a terra. Se la resistenza di quest'ultimo è grande, anche tale tensione sarà pure elevata. Perciò quando si vuol proteggere una linea contro le scariche atmosferiche e si deve spendere denaro per gli scaricatori, vale la pena di aumentare qualche poco la spesa allo scopo non solo di impiantare, ma anche di mantenere delle terre adatte.

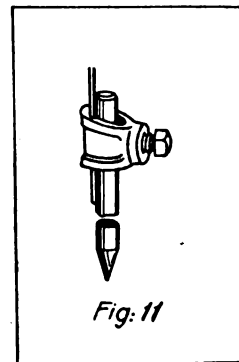
La resistenza elettrica totale di un collegamento alla terra, qualunque ne sia il tipo, comprende i seguenti elementi fondamentali:

— la resistenza del conduttore che porta all'elettrodo interrato;
— la resistenza dell'elettrodo stesso;
— la resistenza di contatto fra l'elettrodo e il terreno;
— la resistenza del terreno.

Occorre che il conduttore che porta all'elettrodo sia il più breve possibile, rettilineo e di grande sezione (al minimo 12 mm².) e sia costituito di materiale non magnetico per diminuire gli inconvenenti dell'effetto di pelle. Sotto tale aspetto sono ottimi le piattine e i tubi di rame.

Gli elettrodi possono essere costituiti da piastre o reticolati di rame, oppure da paletti o tubi di ferro (la ruggine non disturba perchè è permeabile all'acqua e quindi ha una debole resistenza elettrica) o meglio di copper-weld (acciaio a cui viene applicato un rivestimento di rame colato, il quale in grazia dei speciali procedimenti usati risulta perfettamente incorporato coll'acciaio) di diametro variabile dai 20 ai 40 mm. a seconda della natura del terrenoe della profondità da raggiungere. Sperimentalmente si è trovato che il diametro dell'elettrodo e il materiale di cui è costituito hanno un effetto trascurabile sulla sua resistenza elettrica, perciò basta in pratica che il paletto abbia dimensioni sufficienti perchè esso possa esser conficcato in un dato terreno senza che si incurvi.

Fig: 11

I vantaggi degli elettrodi a paletto sono: la occupazione di piccolo spazio in piano orizzontale; la facilità di attaccare, a mezzo di appositi morsetti, il filo di connessione all'elettrodo e di verificare l'efficienza dell'attacco che rimane esterno al terreno (fig. 11) e facilmente accessibile per l'esecuzione di misure, ecc.; la facilità di raggiungere la profondità a cui trovasi lo strato di terreno conduttore e infine la possibilità di migliorare la resistenza di terra divenuta scadente, aggiungendo in qualsiasi momento dei tubi supplementari e collegandoli in parallelo con quelli già esistenti.

Quando si conficca nel terreno una sbarra o un tubo è necessario evitare i colpi troppo forti che potrebbero piegare la sbarra o farla vibrare in maniera da allargare il foro nel terreno in modo da non consentire più un completo contatto coll'elettrodo. Per evitare l'arricciatura dell'estremità superiore dei tubi da interrarsi è consigliabile usare una testa d'acciaio.

Nel caso di paletti è invece sufficiente la semplice cianfrinatura di cui essi sono provvisti all'estremità superiore.

La resistenza di contatto fra l'elettrodo e il terreno dipende dallo stato di costipamento di questo, dal materiale di cui è formato l'elettrodo e dallo stato iniziale di pulizia dello stesso e può essere anche molto forte se questo fosse eventualmente unto o catramato. In generale tale resistenza non supera il 5-6 % della resistenza totale.

La resistenza del terreno dipende:

— dalla natura del terreno;
— dal suo grado di umidità;
— dalla temperatura.

La conducibilità del terreno è dovuta alla presenza di elettroliti disciolti (acidi, alcali e sali) e la sua resistività varia quindi da qualche ohm (terreni paludosi) a qualche centinaio di migliaia di ohm (sabbie asciutte). In media con gradi d'midità superiori a 15 % e per temperature superiori a 0° è compresa fra 2000 e 10.000 ohm per cm³ (1).

L'argilla dà terre eccellenti, la sabbia, la pietra e la ghiaia danno invece terre cattive.

La resistenza delle terre subisce dall'estate all'inverno un'oscillazione il cui valore massimo è ± 25 % del valore medio della resistenza stessa.

Il fattore però che maggiormente influisce sulla resistenza di una presa di terra è la profondità raggiunta dall'elettrodo. Infatti, coll'aumentare di essa, diminuiscono la resistività del terreno perchè s'incontrano strati più umidi, e l'influenza della temperatura, cosicchè risultano meno sensibili le variazioni di umidità e quindi di resistenza del terreno in relazione coll'alternarsi delle stagioni.

Infine, nel caso degli elettrodi a paletto, coll'aumentare della profondità aumenta la superficie di contatto.

Però l'aumento della profondità oltre i 3-4 m. non dà più grande beneficio eccetto nelle località molto asciutte, dove, aumentando molto la profondità, si possono raggiungere strati di terreno più umido.

* * *

La resistenza media di una terra effettuata con una sola sbarra affondata sino alla profondità di 3 m. in terreno umido è di circa 30 ohm. Però essa aumenta col tempo e spesso in modo anche notevole.

Inoltre essa può variare grandemente senza che l'aspetto generale del terreno lo faccia sospettare, spostandosi anche di pochi metri. Perciò è assolutamente da sconsigliare il valutare la resistenza di un collegamento a terra in base a induzioni o analogie ed è invece necessario ricorrere ad effettive misurazioni per assicurarsi che, realmente, il collegamento sia adeguato all'uso cui è destinato.

Quando, per una ragione qualsiasi, un solo elettrodo non fornisce una terra di resistenza sufficientemente bassa, si possono comodamente fare terre multiple disponendo in parallelo più elettrodi collocati a distanze fra loro non minori di 2 m.

L'esperienza dimostra però che la resistenza complessiva di più elettrodi in parallelo non è quella che risulterebbe dal calcolo, e così la resistenza di due elettrodi aventi singolarmente la stessa resistenza, non è la metà della resistenza di ciascuno di essi, bensì i due terzi, quella di tre, la metà, quella di quattro un terzo e così via.

Se nemmeno una ragionevole multiplazione è sufficiente, si può trattare il terreno con sali (solfato di magnesio o solfato di rame) per diminuirne la resistività.

---

(1) Schaffer attira l'attenzione sul fatto che, data la rapidità delle scariche, la rigidità elettrica del suolo ha una importanza predominante: egli ha dimostrato che questa rigidità varia assai meno rapidamente della resistività elettrica col tenore di acqua e che, per conseguenza, l'umidità del terreno non avrebbe l'importanza capitale che le è attribuita.

Egli insiste anche sul fatto che la conducibilità del terreno umido è sopratutto di natura elettrolitica e deduce da queste osservazioni che vi è il più grande interesse a estendere la superficie di contatto. (Vedi MAURAIN: *Sur les paratonnerres*, negli « Annales P.T.T. », settembre 1937).

L'efficacia del trattamento chimico del terreno dipende principalmente, oltre che dalle caratteristiche del terreno, dal sale impiegato, dal modo di applicazione e dalle successive ispezioni per provvedere a ripetere il trattamento quando sia necessario.

Fra i vari sali, il solfato di magnesio è il più indicato per il suo basso costo, per la sua elevata conducibilità e per la limitata azione corrodente.

L'applicazione del trattamento si fa praticando verticalmente sopra all'elettrodo, una fossa poco profonda nella quale si pongono da 40 a 50 Kg. di sale. La fossa viene poi ricoperta di terra e inaffiata abbondantemente.

Le pioggie successive forniranno poi l'acqua necessaria per sciogliere ulteriormente il sale e trasportarlo entro il terreno.

Nel caso degli elettrodi a paletto il sistema più opportuno è quello della trincea circolare, mostrato nella fig. 12.

Fig. 12

Con tale dispositivo è impedito il contatto diretto dei sali metallici coll'elettrodo e quindi il pericolo di corrosione, e il materiale salino risulta collocato in modo assai conveniente per ottenere il massimo risultato.

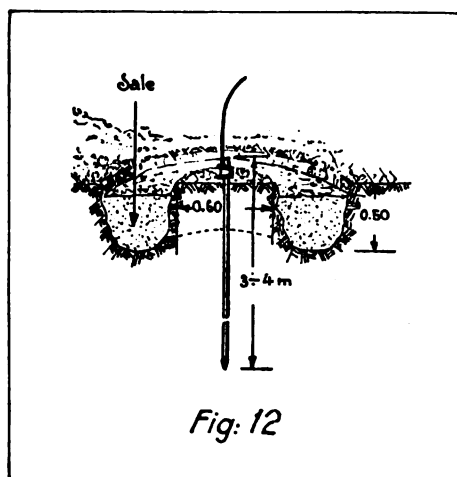
Quando infine l'elettrodo sia costituito da un tubo, si potrà riempire direttamente di soluzione salina il tubo che in tal caso dovrà esser provvisto di fori per permettere alla soluzione di diffondersi nel terreno.

Questo provvedimento ha però una durata limitata, poichè il sale viene col tempo dilavato dalle pioggie e quindi il trattamento deve esser ripetuto ogni anno per le terre sabbiose fino ogni 4 anni per le terre argillose.

La riduzione della resistenza che si ottiene col trattamento con sali è notevole, sopratutto nel caso di elettrodi aventi inizialmente un'elevata resistenza, in cui può raggiungere il 90 %.

Quando infine in nessun modo sia possibile ridurre la resistenza di terra al valore voluto, a cagione di particolari condizioni del terreno ad es. per la presenza, a poca profondità di rocce dure e compatte, si potranno interrare degli elettrodi in vicinanza degli apparecchi da proteggere e collegare tali elettrodi, a mezzo di conduttori di rame di abbondante sezione con altri elettrodi interrati in punti lontani, dove il terreno presenti le condizioni volute.

* * *

Un altro elemento che influisce sulla resistenza dei collegamenti a terra è il diverso comportamento che essi hanno quando vengono sottoposti a tensioni ordinarie e quando invece vengono sottoposti ad impulsi di elevate tensioni accompagnati da forti impulsi di corrente. Se la terra accusa una resistenza bassa misurata nel modo usuale, cioè con un apparecchio che applica una tensione relativamente bassa, essa rimane tale anche quando il collegamento a terra viene assoggettato ad un impulso di alta tensione. Invece, quando la resistenza della terra è elevata, ad es. di oltre

200 ohm, si ha una marcata diminuzione di resistenza quando si aumenta la tensione applicata.

Ciò si spiega colla seguente considerazione. Se il terreno che circonda un elettrodo contiene umidità od elettroliti, la resistenza sarà piccola perchè tale terreno costituisce un buon conduttore.

Se invece esso è povero di umidità e di elettrolito, costituisce un conduttore discontinuo, formato di poche particelle conduttive sparpagliate in un mezzo resistente. La corrente deve trovare la propria via in questo mezzo attraverso le particelle conduttive e perciò, quando la tensione applicata è abbastanza alta, si produce nel mezzo resistente una scarica disruptiva di modo che le particelle conduttive restano collegate da archi che hanno bassa resistenza. Perciò tali terre, sottoposte a tensioni elevate, accuseranno una resistenza inferiore a quella che hanno alle basse tensioni.

Con ciò non bisogna però credere che una resistenza elevata possa esser tollerata per le scariche atmosferiche. Se è vero che elevandosi la tensione, la resistenza diminuisce, è però altrettanto vero che la tensione necessaria per avere una sensibile riduzione è superiore ai 100.000 V.

Evidentemente una tale tensione è assai pericolosa specialmente negli impianti di segnalamento che funzionano a tensioni relativamente basse. Una tensione di tale entità o anche solamente di 50.000 V. non deve assolutamente esser ammessa, almeno per i circuiti di segnalamento.

* * *

Risulta dall'esperienza e dalle considerazioni seguenti che *una resistenza di terra molto superiore ai 15 ohm non dà sicurezza assoluta.*

Infatti, nel caso di un valore elevato di resistenza di terra e supponendo di avere una corrente di scarica anche di soli 400 Amp. passante attraverso uno scaricatore per 3000 V. connesso ad una terra di 200 ohm, la caduta di tensione ottenuta è di 80 mila V., cioè l'elettrodo di terra ha una tensione di 80.000 V. rispetto alla terra.

Aggiungendo 6000 V. di supposta caduta di tensione attraverso lo scaricatore, si ha un tensione fra i morsetti del trasformatore e la terra di 86.000 V. Tale tensione potrebbe perciò portare ad una scarica attraverso l'isolamento della linea. Se invece la resistenza della terra è limitata a 15 ohm, la tensione fra i morsetti del trasformatore e la terra viene ridotta a 12.000 V.

Per ottenere un'efficacia soddisfacente e continua delle messe a terra è necessario predisporre un'ispezione sistematica e regolare dei vari elettrodi almeno ogni anno, in primavera, cioè prima della stagione in cui di solito gli scaricatori hanno più occasione di funzionare, in modo da eliminare le eventuali deficienze causata da danni meccanici o da cattivi contatti.

Si dovrà naturalmente in tale occasione, misurare accuratamente la resistenza degli elettrodi di terra, e i risultati saranno riportati su apposito registro stabilito per ogni terra subito dopo la sua costruzione e sul quale, oltre alla ubicazione della terra considerata, saranno stati segnati il valore iniziale della resistenza e quelli misurati nelle prove successive.

Una misura sufficientemente esatta e praticamente semplice può essere fatta con uno dei Terra-meg che sono in dotazione anche ad alcuni tronchi di manutenzione degli impianti elettrici.

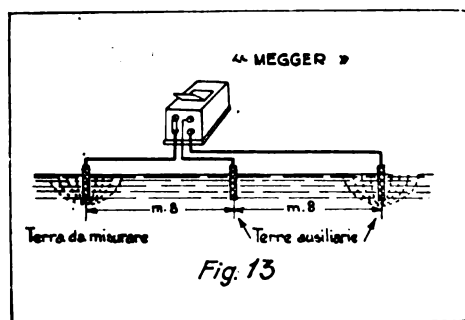
Per effettuare queste misure sono necessarie due terre ausiliarie provvisorie di riferimento come è mostrato nella fig. 13.

Esse sono generalmente costituite da picchetti di circa 1 m. di lunghezza che devono venir piantati nel terreno a distanza di 7 ÷ 8 metri dalla terra da provare e fra di loro.

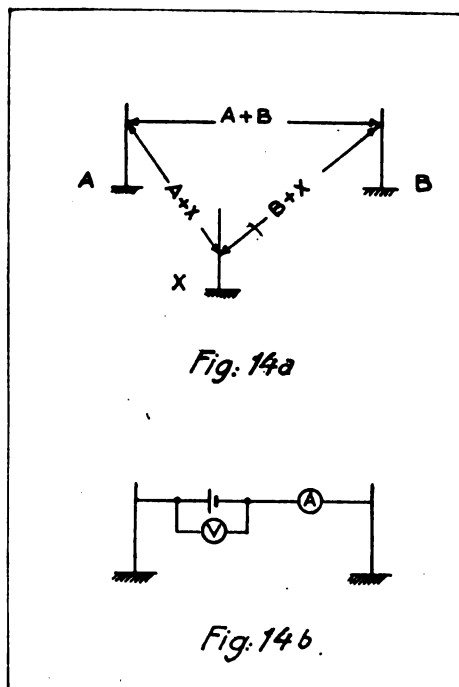
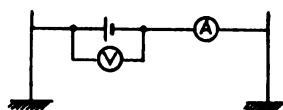
Collegando le tre terre ai morsetti dell'apparecchio e producendo — a mezzo dell'apposito generatore a mano — la corrente elettrica necessaria, si ha direttamente

Fig. 13

Fig. 14a

Fig. 14b.

dall'osservazione dell'indice dell'istrumeno, la misura della resistenza cercata.

Si può anche impiegare il *metodo delle tre terre* pel quale occorre stabilire due terre provvisorie alla distanza di almeno due metri da quella da misurare.

Chiamata (fig. 14-*a*) X la terra di cui si vuol misurare la resistenza e A e B le due terre provvisorie, si misurino con un voltmetro ed un amperometro, inseriti come indicato nella fig. 14-*b*, le resistenze in serie a due a due delle terre e cioè $A + B$, $A + X$, $B + X$.

In queste misure è compresa anche la resistenza dei fili e dell'amperometro: volendo una maggiore precisione occorrerà sottrarla dal risultato.

Così pure quando la corrente impiegata avesse una discreta tensione, occorrerà inserire un reastato regolabile per impedire danneggiamenti all'amperometro nel caso che la resistenza delle terre fosse molto bassa.

Supponiamo che le letture ci abbiano dato i seguenti valori:

$$A + B = 16$$
$$A + X = 10$$
$$B + X = 18$$

onde:

$$X = 6 \text{ ohm}$$
$$A = 10 - X = 4 \text{ ohm}$$
$$B = 18 - X = 12 \text{ ohm}$$

Il metodo è applicabile anche a tre piastre o a tre tubi di una stessa terra multipla. In questo caso, determinate le resistenze di ciascuna piastra o di ciascun tubo

nel modo visto, la resistenza complessiva delle tre piastre o tubi collegati in parallelo sarà compreso fra il valore teorica dato dalla:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{X} + \frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2}}$$

e quello pratico indicato a pag. 104.

La determinazione algebrica sopra indicata delle resistenze individuali è esatta solamente se tutti i tubi o le piastre sono identici fra loro, e le condizioni del terreno sono uniformi.

Quando si abbia da misurare la resistenza di una sola piastra o tubo di terra si può impiegare il *metodo della terra ausiliaria*, la quale può esser costituita da una tubazione d'acqua o simile o da altra terra di cui la resistenza sia nota o trascurabile. Quando questa terra fosse ad una certa distanza occorrerà naturalmente tener conto della resistenza dei conduttori di collegamento.

Altro metodo di misura è basato sull'impiego del ponte di Wheatston a telefono. Questo metodo, che richiede l'uso di corrente alternata o pulsante, dà buoni risultati soltanto a condizione che il terreno non sia percorso da correnti vaganti anch'esse alternate.

Se dalle misure fatte risultasse che la resistenza di una terra o di un gruppo di elettrodi di terra in parallelo è superiore a 20 ohm, occorre o aggiungere altri elettrodi in parallelo oppure trattare il terreno con sali.

In questo secondo caso, trascorsa una settimana occorre ripetere la misura e aggiungere nuovo sale se la resistenza non fosse discesa al di sotto di 20 ohm, dopo di che la terra conserverà la sua bassa resistenza per tutta la stagione.

d) Bobine d'induttanza.

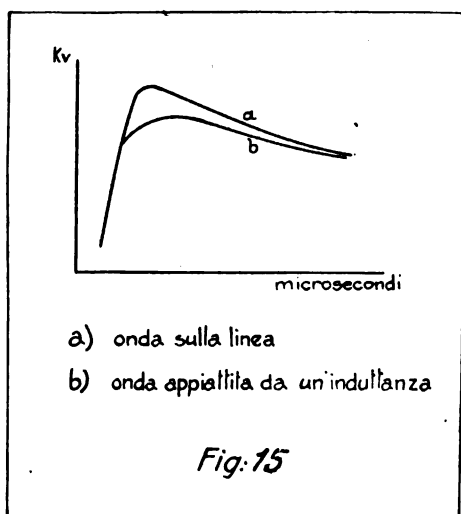
Le bobine d'induttanza hanno un doppio effetto: di appiattimento dell'onda in relazione alle caratteristiche proprie delle induttanze, e di riflessione dell'onda per effetto della variazione brusca di impedenza della linea.

Fig. 15

Il fenomeno è rappresentato nell'oscillogramma della fig. 15 che mostra l'effetto di appiattimento dell'onda operato da una bobina d'induttanza inserita sulla linea.

Le bobine d'induttanza non costituiscono — da sole — un mezzo di protezione molto efficace poichè un semplice appiattimento del fronte dell'onda non risolve il problema della protezione: è altrettanto importante che venga ridotta l'ampiezza della sovratensione. Tuttavia esse possono rendere utili servizi in certi casi per la protezione di speciali derivazioni, nel senso di migliorare il funzionamento degli scaricatori.

Per il caso specifico degli impianti di segnalamento, data la piccolezza delle cor-

renti in giuoco, è stata riconosciuta la poca importanza delle bobine, delle quali perciò si è abbandonato l'uso.

e) CONDENSATORI.

I condensatori sono assai efficaci per appiattire le fronti ripide e nello stesso tempo per ridurre l'ampiezza della sovratensione. Essi immagazzinano parte dell'energia della sovratensione e, quando sono caricati al potenziale della linea, la restituiscono secondo quanto è mostrato dall'oscillogramma della fig. 16.

Fig. 16

Il loro funzionamento si migliora inserendo una resistenza in serie la quale facilità lo smorzamento delle oscillazioni.

L'inconveniente dei condensatori è di essere costosi e fragili, e perciò negli impianti di segnalamento trovano scarsissimo impiego.

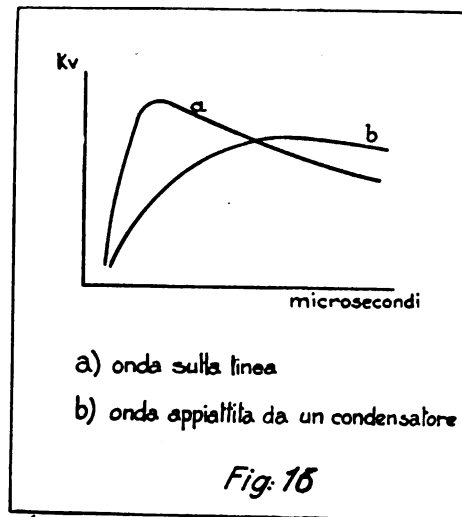
IV. — Sistemi di protezione

Quando si parla di protezione di una linea aerea e degli apparecchi ad essa collegati contro le sovratensioni d'origine atmosferica non si può pensare ad una protezione assoluta cioè al 100 %, giacchè siamo spesso in presenza dell'imprevisto e, se è possibile costruire scaricatori che siano atti a sopportare le scariche più pesanti, d'altra parte il loro costo sarebbe tale da renderne eccessivamente gravoso l'impiego.

In altri termini è da ritenersi che la soluzione più pratica sia quella di preoccuparsi forse solo del 98 % delle sovratensioni e tenere ragionevolmente basso il costo della protezione in relazione al valore degli apparecchi che si vogliono proteggere, ossia di porre in bilancio il costo della protezione col costo dei danni possibili e principalmente di quelli ai trasformatori e cioè: costo della riparazone, del trasporto andata e ritorno all'officina, dello smontaggio e rimontaggio.

Ciò premesso, i provvedimenti che sono ritenuti necessari per una protezione razionale e il più possibile completa di un impianto di segnalamento ferroviario sono i seguenti.

Linea primaria. — La prima misura di protezione consiste nello stabilirne l'isolamento con un forte coefficiente di sicurezza: in particolare le dimensioni degli isolatori dovrebbero essere del 100 % maggiori del necessario allo scopo di conservare un isolamento elevato malgrado che essi possano essere sporchi.

In secondo luogo la misura di protezione più naturale sembrerebbe esser l'impiego di un filo di guardia; esso però non dispensa completamente dall'uso degli scaricatori. D'altra parte, circa questi ultimi, bisogna tener presente che uno scaricatore protegge solamente le immediate vicinanze del punto dove esso è collocato, la sua influenza estendendosi assai poco lungo la linea. Questo risulta dalla considerazione della ripidità del

fronte dell'onda e dell'elevata velocità dell'impulso. Se il disturbo ha origine a qualche distanza dallo scaricatore occorre un certo tempo perchè esso lo raggiunga e venga eliminato. Nel frattempo la tensione esiste sulla linea lontano dallo scaricatore.

Per una protezione completa occorrerebbe dunque impiegare entrambi i provvedimenti.

Tuttavia, se la linea è di limitata potenza, il peggio che possa capitare lungo di essa è la fulminazione di un isolatore che — nella maggioranza dei casi — non ha particolare gravità. Per proteggersi contro tale eventualità è sufficiente una distribuzione di scaricatori in ragione di 3 per chilometro ed anche meno, man mano che la tensione d'esercizio della linea aumenta.

Però nell'esercizio delle linee aeree del segnalamento è stato riconosciuto che se i posti di trasformatore non sono eccessivamente distanti fra di loro e sono tutti efficacemente protetti, anche la linea risulta protetta.

Trasformatori. — Nel caso particolare trattato, il problema dunque si riduce praticamente — come è già stato dimostrato al Capitolo 2° — a quello della protezione dei trasformatori, la quale assume particolare carattere di importanza quando essi sono collocati all'estremità della linea, dove la riflessione dell'onda di tensione può produrre considerevoli aumenti del valore della sovratensione cimentando così più severamente il loro isolamento.

Per un'efficiente protezione dei trasformatori è necessario anzitutto prevederli col massimo isolamento possibile ed inoltre adottare i tipi più perfezionati e dotati di schermo, con che le sovratensioni sono praticamente ripartite sull'intero isolamento in modo che ciascuna spira riceva in ogni caso la stessa proporzione di tensione come in condizioni normali.

Infine essi devono esser razionalmente protetti con scaricatori.

Generalmente tale protezione viene effettuata con dispositivi del genere di quelli già indicati nelle figg. 5 e 6.

Secondo tali schemi i circuiti secondari, nella considerazione che si estendono a piccola distanza, e spesso in cavo, sino al prossimo posto di segnale, e sono quindi relativamente poco esposti al *pericolo diretto* delle scariche atmosferiche non vengono muniti di scaricatori.

Con ciò accadono però ancora molto spesso avarie ai trasformatori, il che dimostra che tali dispositivi non sono del tutto efficaci. Infatti il loro funzionamento sarebbe certamente ottimo se si potesse sempre disporre di terre a bassissima resistenza, ma ciò non sempre avviene.

Già con terre di soli 25 ohm di resistenza, se si verifica una corrente di scarica anche di soli 2000 ampère si ha una caduta di tensione ossia una tensione ammessa sulla linea di 50.000 Volt, più la caduta di tensione proprio dello scaricatore di almeno altri 10.000 Volt..

Se la corrente di scarica fosse di intensità ancora maggiore, si avrebbe facilmente una caduta di tensione ossia una tensione fra primario e terra che potrebbe superare la resistenza d'isolamento del trasformatore e produrre una fulminazione dal primario alla custodia e poi da questa al secondario e agli apparecchi ad esso collegati. Quando si verifichi una tale fulminazione, facilmente l'arco che si è prodotto serve di passaggio anche alla tensione normale della linea che viene così ad esser trasmessa al circuito

secondario ed agli apparecchi secondari. Se si verifica contemporaneamente una fulminazione da ciascun conduttore primario alla custodie del trasformatore, ne risulta un corto circuito primario il quale fa fondere le valvole primarie.

Queste considerazioni dimostrano anzitutto la necessità di impiegare per la protezione scaricatori a valvola, atti ad impedire il passaggio della corrente di linea.

Dimostrano inoltre la necessità che i morsetti di terra degli scaricatori primari siano collegati colla custodia del trasformatore, cioè che gli scaricatori siano disposti in parallelo rispetto all'isolamento primario in modo che la sollecitazione della scarica fra avvolgimento primario e custodia, sia sempre limitata al solo valore della caduta di tensione attraverso lo scaricatore primario indipendentemente dal valore della resistenza della terra dello scaricatore. Riprendendo l'esempio precedente, tale sollecitazione anche con una corrente di scarica di 2000 Amp. sarebbe di 10.000 Volt in luogo di 60.000.

In tal modo l'isolamento primario è salvaguardato, però si ha come conseguenza, che la custodia del trasformatore viene portata ad un potenziale corrispondente alla caduta di tensione attraverso la terra dello scaricatore e che può giungere, come nel caso dianzi esaminato, fino a 50.000 Volt.

Si ha quindi una differenza di tensione fra la custodia e il circuito secondario, la quale si traduce in una sollecitazione dell'isolamento secondario con pericolo di fulminazione.

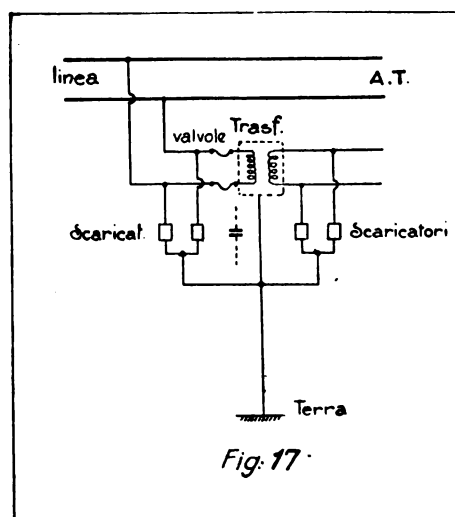
Si riproduce così, in certo qual modo, la situazione precedente, cioè la possibilità di trasmissione di elevate tensioni al circuito secondario ed agli apparecchi ad esso collegati. Resterebbe solo il vantaggio che la tensione di esercizio della linea non potrebbe più raggiungere il circuito secondario, poichè dovrebbe passare attraverso lo scaricatore primario il quale — se è del tipo a valvola — la intercetta.

Per salvaguardare anche l'isolamento secondario basterà munirlo — in modo analogo al precedente — di scaricatori i cui morsetti di terra siano pur essi collegati alla custodia del trasformatore e destinati a fornire una protezione ausiliaria nel caso che la connessione della custodia alla terra sia sufficiente a dar passaggio a tutta la scarica, senza imporre una sollecitazione dannosa all'isolamento secondario.

Fig. 17.

Si avrà insomma lo schema rappresentato nella fig. 17.

Con tutto ciò però è sempre desiderabile che la resistenza di terra sia bassa poichè l'aumento di potenziale del trasformatore o di altre sue parti anche se — con un conveniente equilibrio della protezione — non metterà in pericolo l'isolamento del trasformatore stesso tuttavia, pel fatto che si creano sollecitazioni di tensione fra i conduttori, custodia, ecc. ed altri organi eventualmente vicini ed in buona comunicazione colla terra, può dar luogo a fulminazioni.

Inoltre, quando gli scaricatori secondari scaricano, viene trasmesso al circuito secondario un impulso di tensione uguale alla differenza di potenziale fra la custodia del

trasformatore e la terra, impulso che si propaga fino al posto di segnale. Questo impulso che dal circuito primario raggiunge il circuito secondario, pur non essendo accompagnato da tensione primaria, poichè passa attraverso l'azione valvolare dello scaricatore primario, può imprimere delle sovratensioni danose agli apparecchi collegati col circuito secondario stesso.

Perciò allo scopo di scaricare questa porzione d'impulso d'energia che raggiunge il posto di segnale, è necessario impiantare in questi punti degli scaricatori a 110 Volt.

L'esame della figura mostra che anche colla custodia isolata, cioè senza collegamento colle terre degli scaricatori, la differenza di potenziale nel trasformatore sarebbe sempre controllata dagli scaricatori e l'isolamento del trasformatore sarebbe sempre protetto. Tuttavia per causa di spostamenti od oscillazioni della custodia e conseguenti contatti, potrebbe avvenire che gli impulsi di tensione venissero trasmessi al secondario. Perciò è desiderabile che la custodia sia a terra per ottenere che le tensioni di cui essa fosse sede siano disperse a terra senza interessare il secondario.

Una messa a terra franca della custodia è da alcuni sconsigliata per supposte ragioni di sicurezza: quando si volesse tener conto di tali ragioni, si potrà interrompere il collegamento fra la custodia e la terra con un opportuno spazio d'aria, come è indicato in punteggiato nella fig. 17.

Linee secondarie. — Quanto si è detto per la linea primaria si applica anche a queste, salvo gli scaricatori, che devono essere del tipo a bassa tensione (generalmente a vuoto).

In ogni modo le linee di questa categoria che hanno lunghezza inferiore a 300 m. non abbisognano di per se stesse di protezione, poichè in generale non vanno soggette a sovratensioni, eccettuate quelle dovute ai diretti colpi di fulmine.

Apparecchi collegati alle linee secondarie. — La protezione degli apparecchi delicati (relais ecc.) che servono queste linee è assicurata — quando sia necessaria — dagli scaricatori a 110 Volt di cui sopra si è fatto cenno. Si può collocarne fra ciascun filo di linea e la terra, oppure uno in derivazione fra i morsetti della bobina dell'apparecchio (cosa che potrebbe esser fatta anche in sede di costruzione dell'apparecchio) o adottare insieme entrambi i dispositivi.

La seconda soluzione sembrerebbe a tutta prima la più soddisfacente in quanto elimina le noie che possono provenire dalle terre, però essa, da sola, può risultare praticamente inefficace nel caso che i due fili di linea siano dalla sovratensione portati allo stesso potenziale. Evidentemente in tal caso, la scarica tenderebbe a prodursi fra l'avvolgimento e la massa dell'apparecchio.

In ogni modo, nel caso di relais o apparecchi simili — di particolari caratteristiche — occorre uno studio accurato dei probabili tragitti della scarica per determinare la ubicazione più conveniente degli scaricatori.

Questo procedimento può richiedere l'impiego di più scaricatori nel caso di qualche particolare tipo di relais, ma dato il relativamente limitato costo degli scaricatori a bassa tensione, la spesa può risultare giustificata.

I morsetti di terra di questi scaricatori fra filo di linea e terra possono venir collegati attraverso resistenze a tirite al binario.

Il binario rappresenta di solito il collegamento più conveniente per formare la terra degli scaricatori secondari ai posti di segnale, perchè non solo ha una resistenza

d'isolamento rispetto alla terra relativamente bassa, ma rappresenta anche un grandissimo contrappeso di capacità distribuita e strettamente accoppiata alla terra.

Tuttavia pel fatto che le rotaie sono collegate al circuito di binario, è sempre stato ritenuto necessario tenere il binario immune da qualsiasi comunicazione alla terra.

Perciò le rotaie vengono collegate colla terra degli scaricatori secondari, ma con l'intermediario di un disco di tirite avente un morsetto centrale per il collegamento alla terra degli scaricatori secondari e due morsetti laterali per il collegamento alle due rotaie del binario.

Questi dischi di tirite hanno la caratteristica di presentare una resistenza elevatissima alla tensione normale fra le rotaie e quindi non possono in alcun modo perturbare il funzionamento del circuito di binario. Quando si verifica un impulso di tensione, la corrente attraverso la tirite aumento e il disco diventa fortemente conduttivo.

Con lo schema di connessione indicato nella fig. 18 la terra dello scaricatore secondario a bassa tensione, beneficierà della connessione colle rotaie, che è praticamente diretta nelle condizioni d'impulso, mentre nelle condizioni normali di tensione non passerà praticamente corrente atraverso la tirite. Analogo provvedimento può esser adottato, volendo, anche per gli scaricatori primari purchè fra i due attacchi al binario vi sia una conveniente distanza.

Circuiti di binario e apparecchi collegati. — Ammesso che i contatti del relais pei quali passa l'alimentazione del circuito di binario siano di tipo non soggetti a saldarsi (carbone - argento) e quindi che non vi siano preoccupazioni da questo lato, la sola protezione contro le scariche atmosferiche che possa avere qualche interesse nel caso dei circuiti di binario, è quella realizzabile dal lato binario e cioè la protezione degli avvolgimenti del relais di binario.

Infatti il debole isolamento complessivo della rotaia rispetto a terra, dipende dalla sua grande lunghezza, mentre l'isolamento unitario è notevole. Nel punto dove la sovratensione ha origine, essa incontra una resistenza notevole per scaricarsi a terra e quindi si propaga lungo la rotaia: fortunatamente l'onda si attenua rapidamente per diverse ragioni e particolarmente in causa dell' elevato coefficiente di autoinduzione delle rotaie: ma gli apparecchi vicini al punto dove la sovratensione ha origine, saranno sottoposti ad una tensione molto elevata.

Anche qui bisogna tener conto di quanto si è detto al punto precedente e cioè che molti pensano che le due file di rotaie siano portate allo stesso potenziale e quindi la scarica a terra nei relais tenda a prodursi fra l'avvolgimento e la massa e perciò è da ritenersi consigliabile porre gli scaricatori direttamente fra la rotaia e la terra.

* * *

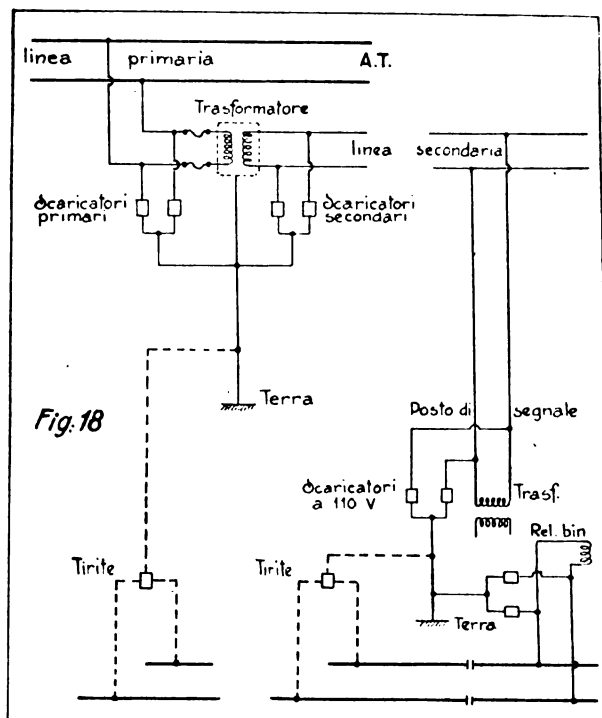
Una protezione completa è rappresentata schematicamente nella fig. 18.

Ai morsetti del trasformatore sono applicati scaricatori primari del tipo a valvola e scaricatori secondari collegati ad una terra comune al piede del palo del trasformatore, alla quale è collegata anche la custodia del trasformatore.

È consigliabile di inserire nei conduttori dello scaricatore un interruttore in modo che esso possa venir disinserito dalla custodia quando è necessario lavorare al trasformatore o attorno ad esso.

Una seconda serie di scaricatori secondari a 110 V. è istallata al posto di segnale e collegata ad una terra in questo punto.

Inoltre i morsetti di terra di questi scaricatori sono collegati coll'intermediario di una resistenza di tirite alle due rotaie del binario.

La successione degli avvenimenti collo schema della fig. 18 sarà press'a poco la seguente.

Gli implsi sul circuito primario passano attraverso gli scaricatori primari (del tipo a valvola) alla terra degli scaricatori stessi.

Se la resistenza di terra è bassa, l'impulso verrà scaricato a terra con una piccola caduta di tensione e perciò la sollecitazione di tensione fra il primario e la custodia del trasformatore sarà definitivamente limitata alla caduta di tensione ammessa dallo scaricatore, talchè non possono verificarsi fulminazioni dal primario alla custodia ed è evitata la fusione delle valvole primarie.

Se invece la reistenza di terra dello scaricatore primario è elevata, la corrente di scarica darà luogo ad una caduta di tensione $I R$ tendente a far assumere alla custodia la tensione $I R$ stessa.

Allora lo scaricatore secondario a bassa tensione scaricherà, limitando così definitivamente la tensione fra la custodia e il circuito secondario, alla caduta di tensione dello scaricatore secondario.

La parte dell'impulso primario che è passata durante la scarica al circuito secondario viene eliminata dagli scaricatori a 110 Volta collocati al posto di segnale. Se in questo punto si ha un'elevata resistenza di terra, il suo effetto sfavorevole è eliminato dal collegamento del morsetto di terra dello scaricatore al binario, attraverso la resistenza di tirite.

In altre parole, nelle condizioni di impulso, la resistenza di terra e l'effetto di contrappeso delle rotaie sono istantaneamente messi in parallelo colla terra dello scaricatore a bassa tensione al posto di segnale.

Con tale successione di avvenimenti si ha ogni ragione di attendersi un eccellente grado di protezione.

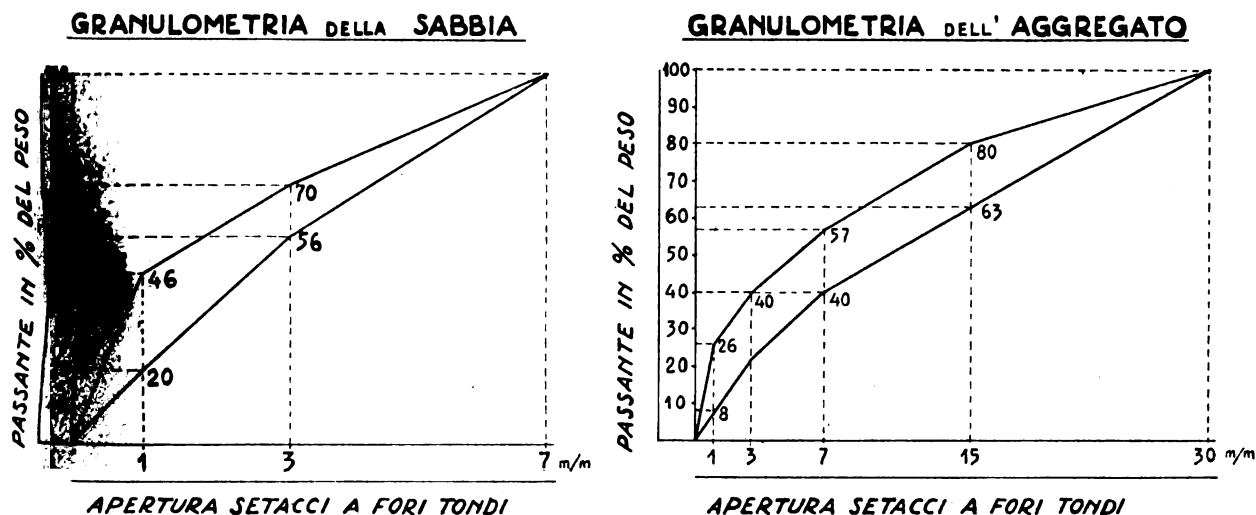
Se l'impianto di segnalamento comporta dei circuiti di binario, con relativi relais, questi saranno protetti dai rispettivi scaricatori.

Criteri pratici da seguire nella preparazione degli aggregati per calcestruzzi in base alle nuove norme proposte dal C. N. d. R.

Dott. Ing. A. PERFETTI, dell'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni - Sezione ferroviaria

Gli studi del Füller, del Bolomey, del Feret, dell'Abrams, del Graf hanno messo in evidenza come la resistenza dei calcestruzzi sia legata alle condizioni di appezzatura dell'aggregato, cioè dell'insieme di ghiaia o pietrisco e sabbia che con pasta di cemento deve formare il conglomerato cementizio.

Le norme italiane in vigore per la esecuzione delle opere in conglomerato cemen-

FIG. 1. FIG. 2.

tizio sorvolano su tale questione e solo la accennano con il prescrivere che la ghiaia e la sabbia debbono essere ben assortite.

D'altra parte senza indicare quali sono le dimensioni limiti fra sabbia e ghiaia, senza dare misure granulometriche nè dell'una nè dell'altra, e ammettendo per la ghiaia dimensioni massime variabili tra 3 e 5 cm., precisano le proporzioni delle miscele di ghiaia e sabbia per formare l'aggregato da porsi in opera e che quindi può assumere composizioni granulometriche non troppo buone, in molti casi della pratica.

Tali norme poi escludono l'uso degli aggregati naturali che qualche volta, per essersi formati in alvei di fiumi con corrosione reciproca di elementi, si presentano a ridottissima quantità di vuoti e con curva granulometrica assai vicina a quella del Füller.

L'uomo deve ricorrere a prodotti artificiali solo quando può farli migliori di quelli che gli fornisce la natura, e può altresì migliorare i prodotti naturali con opportune correzioni, ma non si possono escludere senz'altro questi ultimi.

Nello schema di nuove norme per l'accettazione dei leganti idraulici e per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio che il Consiglio Nazionale delle Ricerche ha proposto, vengono aggiornati i criteri di preparazione o di accettazione degli aggregati.

In base a tale schema di norme, viene raccomandato l'uso di sabbia, la cui composizione granulometrica corrisponda ad una curva compresa fra le curve limiti della fig. 1; nonchè l'uso di ghiaia o pietrisco, che mescolato alla sabbia presenti composizione granulometrica corrispondente ad una curva compresa fra le curve limiti della fig. 2.

Non si dànno più proporzioni fra ghiaia e sabbia ed implicitamente si ammette l'uso di aggregato naturale poichè si dànno di questo le curve limiti e non della sola ghiaia.

Nei cantieri quindi, qualora tale schema andasse in vigore, sarà necessario, procedere alle seguenti operazioni:

Nel caso in cui si abbiano in cantiere ghiaia e sabbia: stabilire in quali proporzioni, data la loro granulometria, debbano essere mescolate, per avere un aggregato che si trovi con la sua curva granulometrica nel campo raccomandato.

Nel caso in cui si abbia in cantiere un aggregato naturale: controllare se la sua granulometria è compresa nel campo raccomandato ed in caso contrario apportare all'aggregato le opportune correzioni per fargli assumere una curva granulometrica compresa nel campo raccomandato. Trattazione completa di come ottenere un buon aggregato con mezzi di laboratorio fu fatta in questa Rivista, nel n. 4 del 15 aprile 1935-XIII nell'articolo: « Metodo per l'esame granulometrico degli aggregati per malte e calcestruzzi ». Ora qui si vuole solo esporre un metodo pratico ed attuabile nei cantieri, per poter fare con somma praticità i calcoli delle proporzioni delle miscele o le necessarie correzioni degli aggregati.

Senza bisogno di costruire le curve granulometriche in cantiere, poichè Abrams ha dimostrato che aggregati aventi uguale modulo di finezza hanno uguale resistenza, sarà sufficiente controllare che gli aggregati che si utilizzano abbiano moduli di finezza compresi tra i valori dei moduli di finezza delle curve limiti.

Adottando il concetto del modulo di finezza dato dall'Abrams ma effettuandone la determinazione con setacci a fori tondi da 30, 15, 7, 3 e 1 mm. che sono quelli stabiliti dalle ascissi delle curve granulometriche dell'aggregato, si ha che la curva del Füller assume un modulo di finezza di 2,31 — mentre le curve limiti assumono moduli di finezza di 1,97 e 2,64 — ricordando che il modulo di finezza è la sommatoria dei trattenuti sui quattro setacci suddetti, diviso cento.

La sabbia con curva granulometrica di Füller avrebbe con i setacci suddetti un modulo di finezza di 0,96 e le curve limiti assumono i valori di 0,84 e 1,24.

Fissati tali valori vediamo come si possa procedere nei vari casi:

1. CASO - Ghiaia e sabbia da miscelare.

Si determini con i setacci suddetti il modulo di finezza effettivo della ghiaia (M_g^e) e quello della sabbia (M_s^e).

Si devono miscelare in proporzione tale da ottenere un modulo ideale dell'aggregato (M_a^i) che nel caso attuale è quello della curva di Füller asse delle curve limiti ammesse.

Si ha:

$$\frac{M_g^e - M_a^i}{M_g^e - M_s^e} = X \qquad [1]$$

$$Y = I - X \qquad [2]$$

ove X quantitativo di sabbia.
Y quantitativo di ghiaia.

Tali quantitativi sono in peso e si passa ai volumi, con determinazione dei pesi-volumi (*).

2. CASO - Si abbia un aggregato naturale. Se ne determini il modulo di finezza effettivo (M_a^e). Se tale valore è compreso tra 1,97 e 2,64, l'aggregato può essere utilizzato senz'altro; in caso contrario si deve procedere alla sua correzione.

Correggendolo, naturalmente lo si riporta ad avere il modulo ideale (M_a^i) che è quello di Füller: 2,31.

Le formule per effettuare le correzioni sono le seguenti:

$$\frac{M_a^e - M_a^i}{M_a^e - M_c} = t. \qquad [3]$$

$$z = I - t \qquad [4]$$

ove Mc è il modulo del correttivo, t il quantitativo del correttivo e z il relativo quantitativo di materiale da correggere.

Il modulo del correttivo se la correzione venisse effettuata con materiale trattenuto al setaccio da 15 mm. sarebbe per ovvii motivi $Mc = 4$; se la correzione venisse effettuata con materiale passante al setaccio da 3 mm. se ne dovrebbe determinare il modulo di finezza setacciandolo con il setaccio da mm. 1. Il modulo del correttivo sarebbe in tal caso il trattenuto su tale setaccio rispetto alla unità setacciata.

L'applicazione della [3] porta a valori positivi se trattasi di materiale grosso o fino che si voglia correggere con aggiunta di fino o di grosso; porta a valori negativi se trattasi di materiale grosso o fino che si voglia correggere togliendo grosso o fino (**).

CONCLUSIONE

In base alle nuove Norme i costruttori in cemento armato che vorranno costituire buoni calcestruzzi, dovranno fornirsi in cantiere della serie dei 5 setacci indicati e dovranno con essi procedere a quelle operazioni per mezzo delle quali o si determinano le proporzioni per ottenere l'aggregato da porre in opera o si controlla, ed eventualmente si corregge, l'aggregato fornito tal quale.

Si coglie l'occasione per far presente che nei cantieri di costruzione in calcestruzzo si deve sentire la necessità di determinare un altro elemento assai importante e che ha grande influenza su la resistenza: l'acqua. La quantità di tale elemento di non pratica calcolazione teorica, dipendendo essa dal quantitativo e dalla qualità del cemento e dalla qualità e granulometria dell'aggregato, si può determinare facilmente con gli apparecchi assai semplici che sono il cono e l'apparecchio a

scosse, di semplice uso e che insieme ai setacci permetteranno di costruire calcestruzzi di assai migliore qualità di quelli confezionati sinora.

Gli ingegneri dovrebbero pretendere l'uso di tali apparecchi in tutti i cantieri di costruzione in calcestruzzo semplice od armato.

NOTE

(*) Si abbia una ghiaia con modulo di finezza: $M_g^e = 3,35$; sabbia con modulo $M_s^e = 1,10$.
Volendo ottenere un aggregato a modulo di finezza: $M_a^i = 2,31$ si ha:

$$\frac{3,35 - 2,31}{3,35 - 1,10} = X = 0,462 \text{ onde } Y = 0,538$$

Si devono miscelare 46,2 parti di sabbia e 53,8 parti di ghiaia in peso per avere un aggregato con il modulo di finezza di 2,31.

Controllo: $M_g^e\, Y + M_s^e\, X = M_a^e$ (deve essere $M_a^e = M_a^i = 2,31$).

Infatti:

$$3,35 \cdot 0,538 + 1,1 \cdot 0,462 = 2,31$$

(**) 1° caso:

Si abbia un aggregato fino da correggere aggiungendo del materiale grosso.
Sia·

$$M_a^e = 1,7 \qquad M_c = 4 \qquad M_a^i = 2,31.$$

Si ha:

$$\frac{1,7 - 2,31}{1,7 - 4} = t = 0,265 \quad \text{onde } Z = 0,735$$

Per 73,5 parti in peso di aggregato si deve aggiungere, per avere 100 parti di aggregato corretto, 26,5 parti di ghiaia trattenuta al setaccio da 15 mm.

Controllo: 1,7 . 0,735 + 4 . 0,265 = 2,31

2° caso: Lo stesso aggregato fino precedente si corregga togliendo del materiale fino.

In questo caso si deve determinare il modulo del correttivo. Preso un quantitativo 1 del passante al setaccio da 3 mm. si setacci con il setaccio da 1 mm, Sia 0,45 il trattenuto, si ha: $Mc = 0,45$. Fermo restando i valori precedenti di M_a^e e M_a^i si ha:

$$\frac{1,7 - 2,31}{1,7 - 0,45} = t = -0,488 \text{ onde } Z = 1,488$$

Su 148,8 parti di aggregato si devono togliere 48,8 parti di passante al setaccio di 3 mm.

Su 100 parti di aggregato se ne toglierà 32,8 di passante al setaccio da 3 mm. e le rimanenti 67,2 parti saranno di aggregato corretto.

Controllo: 2,31 . 0,672 + 0,45 . 0,328 = 1,7.

N. B. — Vi sono altri due casi che si presentano rispettivamente analoghi ai precedenti:

3° caso: Aggregato grosso da correggere con aggiunta di fino.

4° caso: Aggregato grosso da correggere togliendo grosso.

Praticamente le correzioni si effettuano meglio col togliere il materiale esuberante (2° e 4° caso) nei quali la formula [3] dà valore di t negativo.

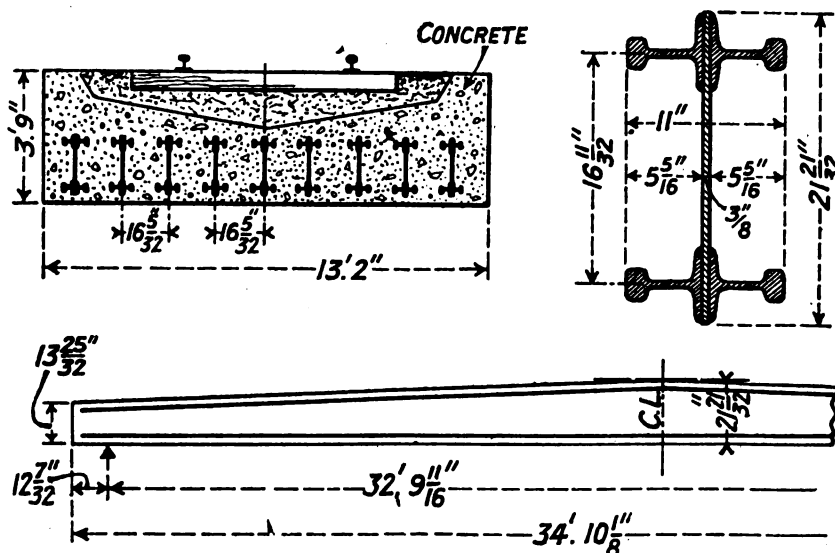
LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Travi per impalcature ferroviarie formate con rotaie fuori uso (*The Railway Gazette*, 8 aprile 1938).

I progressi della saldatura hanno condotto a realizzare nuove strutture completamente divergenti dalle tradizioni e che sarebbe stato impossibile o antieconomico eseguire per mezzo della chiodatura. Fra tali innovazioni è notevole l'impiego delle rotaie usate per formare travi da impalcature.

La figura mostra un'applicazione fatta dalla Direzione di Stuttgart delle Ferrovie del Reich Germanico. Si tratta di un'impalcatura di 10 m. di luce, per linea a semplice binario, for-

mata con travi composte di rotaie, annegate nel calcestruzzo. Le rotaie sono unite alle anime mediante saldature continue ai lembi delle suole.

Un confronto economico mostra un risparmio del 40 % rispetto ad uguale struttura realizzata con travi ad ali larghe, essendo il valore delle rotaie usate assunto in 30 RM per T. Anche se le rotaie vecchie venissero valutate il doppio, ci sarebbe un'economia del 25 % sul costo del solo acciaio, alla quale va aggiunto anche un certo risparmio nel calcestruzzo.

Lo stesso tipo di costruzioni è stato provato anche in ponti da 14 m. di luce realizzando il 50 % di risparmio. In ta lcaso l'anima è grossa 12 mm. ed è alta 1100 mm. al centro e 800 mm. alle estremità.

Sebbene gli elementi di confronto possano variare da paese a paese, è evidente che la nuova applicazione presenta in ogni caso possibilità di vantaggi economici, ma sopratutto è importante, nel quadro del problema autarchico, per quei paesi ove importa limitare il consumo di nuovo ferro. — G. Robert.

(B. S.) Velocità in curva. Problemi di Ingegneria Ferroviaria. L. Pontecorvo. Vol. di pag. 120. Ed. Gontrano Martucci, Milano.

Lo studio ha lo scopo di essere utile ai giovani ingegneri che si occupano di esercizio ferroviario, e riferisce quanto l'A. ha raccolto ed utilizzato nel caso particolare della sistemazione tecnica delle linee della rete Ferroviaria Basca, eccezionalmente congestionata da un traffico superiore ai mezzi disponibili. Lavoro iniziato dall'A. nel 1924 e proseguito successivamente anche dopo il completamento, avvenuto nella fine del 1928, della elettrificazione a C. C. a 1750 v. delle linee principali della Rete che è di km. 157 di lunghezza, a semplice binario, a scartamento ridotto di 1 metro (coloniale francese). Essa collega Bilbao con S. Sebastiano ed ha una diramazione importante su zona montagnosa. Le livellette massime sono del 26 ‰ e le curve hanno il raggio minimo di m. 60.

Con tali caratteristiche altimetriche e di tracciato e con consistenza dell'armamento non robusto (rotaie da kg. 32,2 p.m.l. e da kg. 35; ancoraggi con piastrina e caviglie, giunti sfalsati) non era possibile realizzare velocità elevate nemmeno nei tratti con curve più ampie di quelle minime, per le conseguenti limitazioni imposte allo schema di rodiggio delle locomotive ed ai valori massimi dei pesi assiali. Pur tuttavia l'A. riconobbe che poteva migliorarsi sostanzialmente la precedente situazione di esercizio, ed ha potuto ottenere dei miglioramenti valendosi in principal modo degli studi in materia di velocità in curva presentati e discussi al Congresso Internazionale Ferroviario del Cairo (1933). Sui miglioramenti vien quindi riferito.

Trattandosi di esercizio a non elevate velocità su linee a scartamento ridotto, i criteri seguiti non presentarono le incognite e le lacune che oggi si manifestano quando si vogliono invece applicare al caso della grande trazione ferroviaria su linee a scartamento normale esercitate a velocità di 120 km.-ora o superiori e che hanno dato origine ad un recente indirizzo sperimentale del problema che completa ed integra i lavori del Congresso del Cairo.

Nel caso particolare l'A., riassunti i risultati relativi all'esame delle forze agenti sulla via e sul veicolo e riportate le formule usate per la determinazione della sopraelevazione e degli allargamenti in curva, passa alla applicazione di esse al caso delle Ferrovie Basche studiando le condizioni tecniche di circolabilità del materiale rotabile impiegato e gli sforzi agenti sul bordino degli assi di guida e sul binario, per dedurne le velocità massime da ammettere sui singoli tratti di linea. Controlla quindi i valori delle sollecitazioni trasmesse all'armamento a mezzo dei noti metodi del Winkler e dello Zimmermann.

Il lavoro si chiude con una rassegna dei risultati del traffico, riferiti al servizio del 1929 e cioè al primo anno della elettrificazione e confrontati con quelli del 1923.

In appendice vi è la bibliografia delle opere consultate dall'A. per la redazione del suo studio. — Ing. Prof. G. Corbellini.

Sulle carrozze a due piani.

Su questo tipo di materiale la nostra Rivista ha avuto occasione di fermare la sua attenzione diverse volte e da ultimo nell'ottobre 1936, dando notizia delle carrozze doppie a due piani adottate in Germania dalla ferrovia privata *Lübeck-Bücken* e descritte nella *Zeitung des Vereines Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen* nel fascicolo del 21 maggio 1936 •

Sullo stesso argomento vogliamo ora segnalare uno studio organico apparso sui *Glasers Annalen* a firma dell'ing. Theobald, nei numeri del 15 settembre e 15 ottobre 1937, con lo scopo di tracciare un quadro dello sviluppo delle carrozze a due piani avutosi in un secolo, così sulle ferrovie tedesche come su quelle degli altri paesi. Lo studio occupa ben 15 pagine ed è corredato da 42 figure.

Da ultimo *The transport world* ha fornito, nel fascicolo del 10 marzo 1938, un breve cenno sull'adozione che di questo speciale tipo di materiale è stata fatta in America per servizio suburbano dalla *Long Island Railroad Cy.* e la *Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisen bahnverwaltungen* del 16 giugno ha riassunto i risultati dell'esperienza fatta sulla nota linea tedesca, commentandoli dal punto di vista tecnico e sotto l'aspetto economico.

(B. S.) Carrelli saldati della London Passenger Transport Board (*The Railway Gazette*, 15 febbraio 1938).

Il nuovo materiale mobile della London Passenger Transport Board (L.P.T.B.) costruito dalla casa Gloucester Railway Carriage and Wagon Co è caratterizzato dai carrelli in lamiera saldati.

Le fiancate dei carrelli stessi sono costituite da lamiere da ½ pollice con i bordi rinforzati da barre di sezione rettangolare da 3 ½ × 3/4 pollici saldate alla lamiera della fiancata stessa in modo da costituire due flange. La flangia superiore è estesa a tutta la lunghezza delle fiancate,

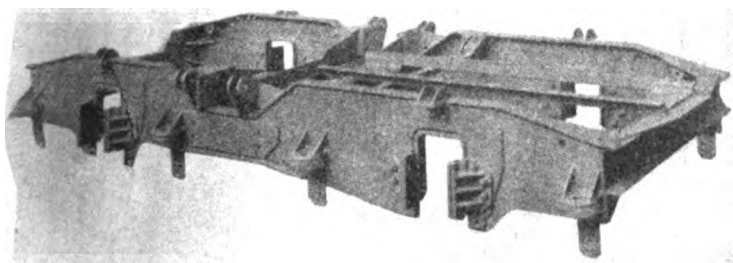



Fig. 1.

però nelle porzioni laterali è di sezione ridotta a 3 × 5/8 pollici. La flangia inferiore è invece limitata alla parte centrale della lunghezza delle fiancate. Le fiancate presentano un tratto centrale di altezza ridotta in modo da permettere alla traversa di sporgere esternamente. Le testate dei carrelli sono costituite da ferri ad U da 3 × 8 pollici, saldati alle fiancate e collegati alle stesse mediante striscie di lamiera disposte in modo da assicurare un graduale cambiamento di sezione nel passaggio delle fiancate alle testate.

I supporti delle molle e quelli del cilindro del freno sono saldati alle fiancate.

In corrispondenza delle piastre di guardia, le fiancate sono rinforzate con una bordatura sul lato interno e con una lamiera da ½ pollice opportunamente sagomata sul lato esterno.

Riproduciamo una fotografia del telaio del carrello dalla quale si possono rilevare le particolarità cui si è fatto cenno, ed una vista longitudinale tratta dal supplemento *Electric Railway Traction* del 17 settembre 1937 alla *Railway Gazette* dalla quale si possono dedurre maggiori particolari. — L. La Magna.

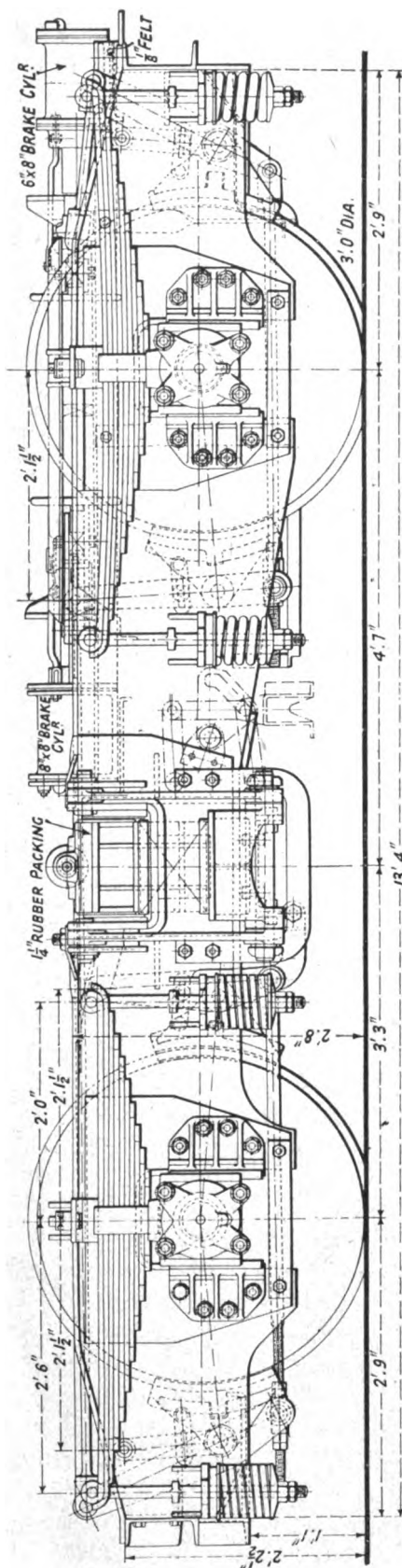



Fig. 2.

(B. S.) Serbatoi auto-ferroviari per il trasporto di olii commestibili (*Railway Gazette*, 8 aprile 1938).

Sta per entrare in servizio sulla L. M. S. R. un gruppo di speciali serbatoi per il trasporto di olii commestibili, isolati termicamente, riscaldabili elettricamente e adatti a circolare sulle strade ordinarie rimorchiati da trattori, come pure ad essere caricati su speciali carri ferroviari. A tale duplice scopo essi sono provvisti di un asse posteriore portante due ruote gommate e due ruotini speciali e di due semiassi anteriori portanti analoghi ruotini. Su strada ordinaria i serbatoi poggiano con la loro parte anteriore su un trattore a tre ruote, mentre sui carri ferroviari essi sono sostenuti dai ruotini in modo che l'asse gommato rimanga sollevato.

I carri ferroviari sono a tre assi e possono portare due serbatoi accoppiati, ciascuno dei quali pesa 4 tonn. e porta 5 tonn. d'olio. Sulla piattaforma dei carri sono sistemate speciali guide metalliche per i ruotini dei serbatoi.

Il carico e lo scarico dei serbatoi si effettua da piani caricatori frontali. Prima di iniziare il carico i carri ferroviari vengono fissati al binario per mezzo di tiranti e ad essi vengono appli-

FIG. 1.

cati dei ponti mobili, non solo fra il piano caricatore e il primo carro ma anche fra un carro e l'altro, in modo da poter caricare più carri in una volta. I serbatoi vengono spinti sui carri uno ad uno per mezzo del trattore: le ruotine vanno ad impegnare le guide e siccome queste ultime sono provviste di piccole rampe, nel risalirle il serbatoio si solleva alquanto in modo che le ruote gommate rimangono sospese e si realizza un appoggio rigido. Raggiunta la posizione stabilita, controllabile per mezzo di appositi segni di riferimento, i serbatoi vengono ancorati al carro per mezzo di tiranti longitudinali e di fermi speciali destinati ad evitare ogni oscillazione.

Gli olii commestibili per il trasporto dei quali questi serbatoi sono stati creati, sono delicatissimi e vengono caricati a caldo. Per la loro buona conservazione è necessario però che la loro temperatura non scenda mai al disotto di un certo minimo e non superi un certo massimo. Perciò è stato necessario provvedere i serbatoi non solo di un perfetto isolamento termico, ma anche di un completo impianto a circolazione d'acqua riscaldata elettricamente.

L'elettricità viene fornita da un generatore portato dal carro ferroviario ed azionato dal moto delle ruote, ed è trasportata attraverso cavi in condotta fino ad alcune prese di corrente situate sulla piattaforma del carro alle quali possono allacciarsi le spine portate dai serbatoi. La regolazione della temperatura dell'olio avviene per mezzo di termostati a relais.

Siccome l'impianto di riscaldamento funziona solo quando il carro è in moto, i serbatoi sono provvisti di un sistema isolante tale da ridurre al minimo la perdita di calore durante

i periodi di sosta. A tal uopo non solo sono previste doppie pareti e rivestimenti, ma anche tutte le rubinetterie e le valvole sono state isolate con pezzi staccabili in modo da permettere le manovre senza interrompere l'isolamento. Finalmente, per ragioni igieniche, i serbatoi sono internamente rivestiti di vetro.

Il telaio dei serbatoi è formato con profilati d'acciaio ed è di disegno speciale in modo da rendere i serbatoi stessi leggerissimi e da assicurare che il baricentro del sistema formato dal serbatoio e dal carro corrisponda alle norme vigenti. L'asse posteriore è di speciale disegno, dovendo funzionare sia quando poggiano le ruote gommate che quando sostengono i ruotini. Questi ultimi infine sono provvisti di aperture in modo che sia possibile smontare le ruote gom-

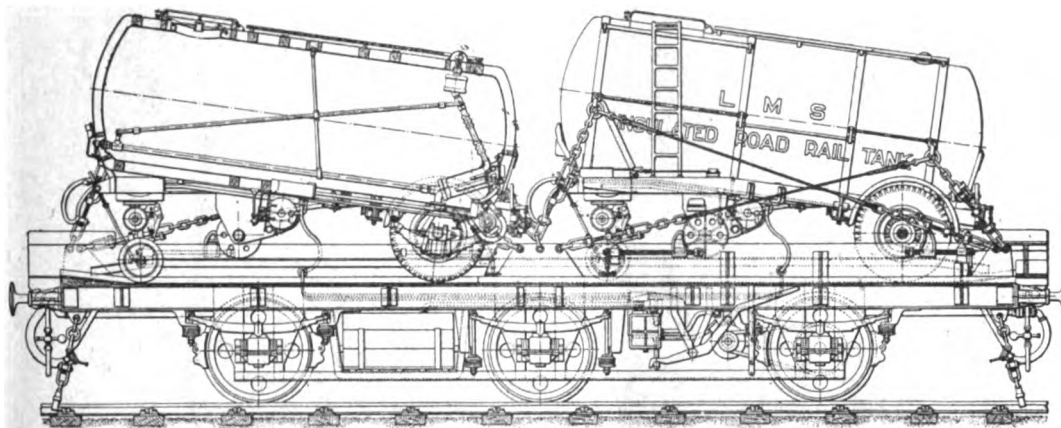



Fig. 2.

mate anche senza togliere i ruotini. Le molle di sospensione sono d'acciaio al Si-Mn, e sono state disegnate in modo che la massima inflessione non superi 1,3/4" sotto pieno carico. Grande attenzione è stata dedicata al progetto del sistema di frenatura, che permette l'applicazione comandata a vuoto pneumatico quando il serbatoio è accoppiato al trattore e automatica quando è isolato. Inoltre i freni possono essere azionati anche meccanicamente dalla cabina del trattore. Siccome inoltre può avvenire che i serbatoi arrivino al piano caricatore rivoltati all'indietro, è stata prevista la possibilità dello scarico e della manovra del freno da entrambi i lati.

L'impianto di circolazione d'acqua calda è costituito tutto da tubi di rame accuratamente rivestiti. Inoltre è prevista un'apertura anteriore e una posteriore in modo che, se anche nello stabilimento non si disponesse di energia elettrica, sarebbe possibile far passare nei tubi acqua calda fornita direttamente dall'esterno. — G. Robert.

(B. S.) Crollo di un ponte saldato (*The Railway Gazette*, 20 maggio 1938).

Il 14 marzo 1938 è crollato in sei minuti un ponte stradale e tramviario sul Canale Albert presso Hasselt, nel Belgio. Quando il disastro si delineò, erano sul ponte un tram ed alcuni pedoni che però poterono raggiungere la riva.

Mentre una Commissione appositamente nominata indaga ufficialmente sulle cause del crollo, un ingegnere, dopo aver esaminato i rottami, ha formulato alcune osservazioni personali.

Il ponte aveva la luce di m. 74,52, pesava 646 tonn. e portava una sede stradale, un binario tramviario e due marciapiedi a sbalzo. Esso era in servizio da circa un anno.

La struttura era del tipo Vierendel, caratterizzata dall'assenza di diagonali e dalla rigidità dei collegamenti fra i montanti e i correnti. Il corrente superiore era parabolico; tutte le unioni

erano saldate. Questo tipo di struttura è assai comune in Belgio ed è adottato in circa 50 ponti soltanto sul Canale Albert. Unica differenza dalla maggioranza degli altri ponti è che in questo

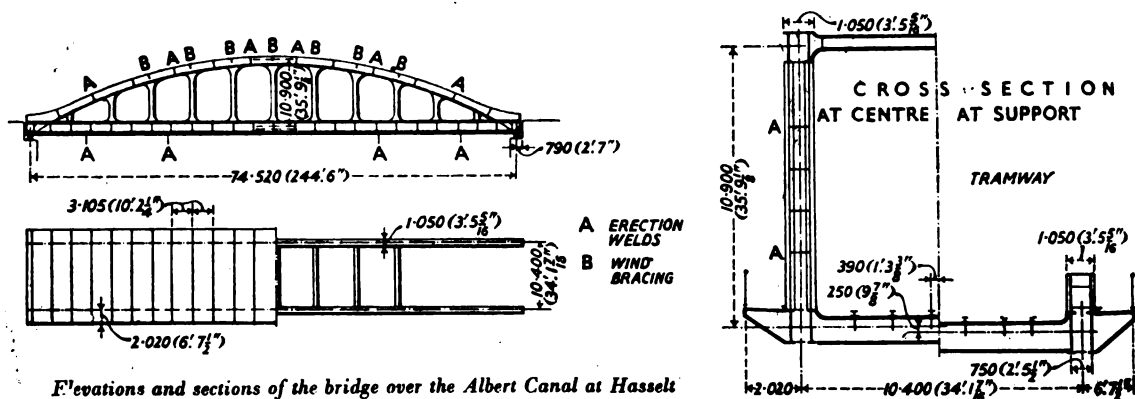



Fig. 1. — Tipo del ponte.

i correnti erano di tipo tubulare con due anime. I montanti erano formati con due ferri a I da 700 mm. accoppiati alla distanza di 750 mm. corrispondente alla distanza delle anime dei cor-

Fig. 2. Vista d'insieme del ponte crollato.

renti. I controventamenti inferiori consistevano in croci di S. Andrea e quelli superiori, limitati alla sola parte centrale del ponte, in semplici travi trasversali. Sembra tuttavia che questi controventamenti superiori servissero soltanto ad irrigidire i correnti parabolici contro il pericolo di sfiancamenti laterali.

In generale si osserva che il ponte si è rotto in tre parti e dall'esame dei particolari l'A. è indotto alle seguenti considerazioni:

1) La fragilità dell'acciaio è rivelata dalla forma delle fratture (vedi figure). Nella maggioranza dei casi la rottura avvenne senza apprezzabile deformazione preliminare. Dove si ebbero deformazioni esse in generale consistettero solo in piegature delle piastre perpendicolarmente al loro piano, ma tali piegature possono verificarsi anche nell'acciaio fragile. Le fratture stesse, in apparenza vitree e simili a quelle della porcellana, confermano l'impressione che l'acciaio 42 impiegato era decisamente fragile.

2) La forma di alcune rotture sembra indicare che nel metallo dovevano esistere molte tensioni interne oltre a quelle dovute al peso e ai carichi, ossia tensioni residue della laminazione e prodotte dalla saldatura oppure dovute ad entrambe le cause.

3) Molte fratture sembrano dovute ad urti o a sforzi di taglio, probabilmente dovuti al traffico stradale, ma altre parti non soggette ad urti diretti, ossia esposte a flessioni o torsioni, non mostrano le corrispondenti deformazioni presso le fratture.

4) Alcune saldature, fra quelle esaminate, erano difettose, mostrando superfici irregolari, insufficiente penetrazione agli spigoli, interruzioni, ecc. Sarebbe importante che tali giunzioni venis-

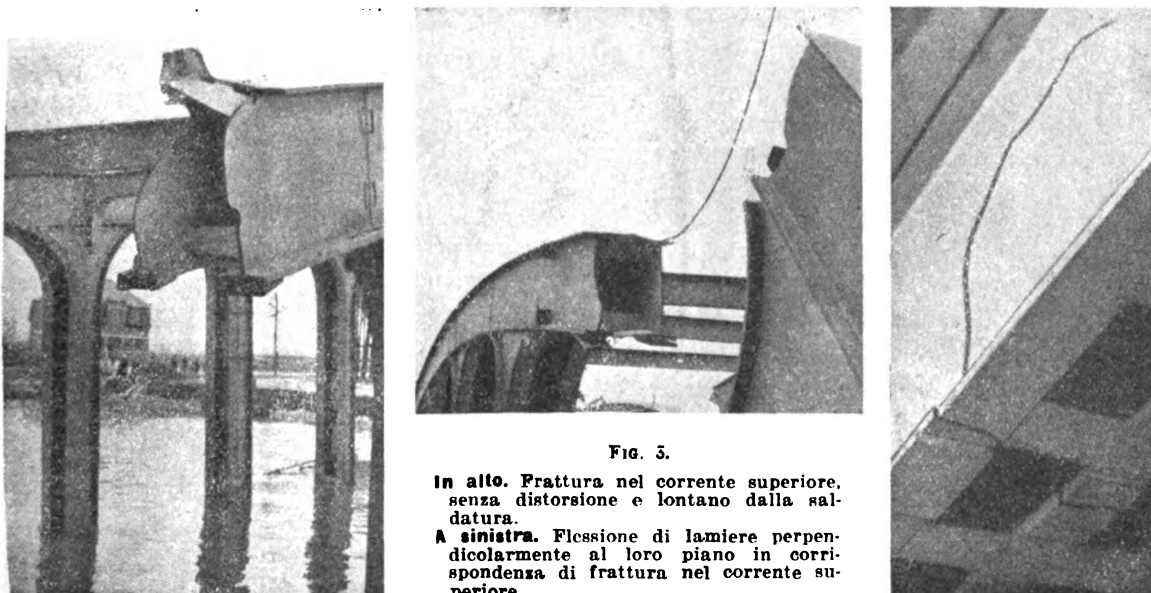



FIG. 5.
In alto. Frattura nel corrente superiore, senza distorsione e lontano dalla saldatura.
A sinistra. Flessione di lamiere perpendicolarmente al loro piano in corrispondenza di frattura nel corrente superiore.
A destra. Rottura nel corrente inferiore.

sero esaminate con i raggi X o con altri metodi. Al contrario, altre giunzioni saldate apparivano in ottimo stato. Una delle figure mostra che la rottura avvenne a circa 20 cm. dalla giunzione, sebbene ci si potesse aspettare la rottura della saldatura, data la sua forma e posizione all'estremità del raccordo fra montante e corrente. Un'altra figura mostra che la rottura di una flangia del corrente inferiore avvenne a 15 cm. dalla saldatura del coprigiunto, mentre quella dell'altra flangia avvenne attraverso il coprigiunto, il che dimostra che la saldatura era riuscita perfettamente.

Da queste osservazioni, senza pretendere che esse siano complete ed esaurienti, l'A. è indotto a criticare alcuni dettagli del disegno del ponte, e inoltre la qualità dell'acciaio e l'esecuzione delle saldature. La Commissione stabilirà quali di tali difetti, soli o in combinazione con altri, possano aver provocato il disastro. — G. ROBERT.

(B. S.) La metallurgia delle locomotive per alte velocità (*The Railway Gazette*, 18-25 febbraio 1938).

I dati e le notizie esposte si riferiscono alle locomotive del gruppo « Coronation » della L.M.S.R. le cui caratteristiche più importanti in relazione ai tipi precedenti — note per essere state oggetto di vari articoli in molte riviste — sono: profilo aerodinamico; caldaia di maggiore capacità; organi di distribuzione perfezionati. Inoltre le dimensioni principali sono:

Quattro cilindri: diametro × corsa	419 × 711 mm.
Distribuzione	Walschaerts
Corsa del cassetto	178,5 mm.
Diametro delle ruote accoppiate	2.057 m.
Pressione normale della caldaia	17.5 kg./cmq.
Superficie di riscaldamento diretta e indiretta	262 mq.
Superficie del surriscaldatore	80 mq.
Area della griglia	4.64 mq.
Sforzo di trazione massimo	18200 kg.

Queste locomotive sono adibite al servizio rapido tra Londra Euston e Glasgow e superano la distanza di 401,50 miglia, che separa queste due città, in 6 ore e mezza alla velocità di 62,6 miglia all'ora, cioè circa 100 Km./ora, con una sola fermata intermedia a Carlisle.

Il servizio, cui queste locomotive sono sottoposte, è molto gravoso e deve essere svolto con assoluta regolarità e sicurezza data la sua importanza; perciò nella costruzione di tutti gli organi della macchina, furono impiegati metalli preventivamente sottoposti a prove fisiche, chimiche e meccaniche assai severe. La necessità dell'impiego di metalli aventi caratteristiche di alta resistenza è anche conseguenza di limiti di peso imposto dall'armamento, limiti che sarebbero superati con l'impiego dei metalli ordinari per le aumentate dimensioni della macchina.

Dal punto di vista puramente metallurgico la locomotiva « Coronation » contiene quanto di meglio si possa immaginare.

Caldaia: È lunga m. 5,86 tra le piastre tubolari ed ha il diametro esterno di m. 1,97 in corrispondenza del focolaio e di m. 1,74 in corrispondenza della camera a fumo. Essa contiene 129 tubi di fumo del diametro interno di 60 mm. ed altri 40 tubi più grandi entro ciascuno dei quali passano 3 elementi di surriscaldatore. L'involucro della caldaia è di lamiera d'acciaio al nichelio avente la seguente composizione chimica: C = 0,20 ÷ 0,25 %;Si = 0,10 ÷ 0,15 %; Mn = 0,50 ÷ 0,70 %; S = 0,04 % max; P = 0,04 % max; Ni = 1,75 ÷ 2,00 % e le seguenti caratteristiche meccaniche: carico di rottura = 54 ÷ 60 Kg./mmq.; carico al limite di elasticità = 27 ÷ 30 Kg./mmq.; allungamento = 22 ÷ 24 %; strizione = 50 %.

L'impiego della lamiera di acciaio al nichelio col carico di rottura sopra indicato, in luogo dell'acciaio al carbonio normale con carico di rottura di 38 ÷ 48 Kg./mmq. ha reso possibile una tale riduzione di spessore da portare ad una economia di peso di circa 2200 Kg. nonostante le aumentate dimensioni del complesso della caldaia.

Le operazioni di piegatura dei tubi e delle piastre furono eseguite come nel caso normale, mentre quelle di taglio richiesero qualche modifica. Il focolaio è di rame con un tenore di rame puro del 99,50 %; di arsenico del 0,30 ÷ 0,50 %; di antimonio del 0,05 % e di bismuto del 0,01 %. La resistenza alla trazione deve essere di almeno 22 Kg./mmq. con un allungamento del 35 %. I tiranti del focolaio sono tutti in acciaio, ad eccezione di quelli soggetti a maggiori movimenti di dilatazione che sono di « Monel metal »; che è una lega della seguente composizione: Ni = 64 ÷ 70 %; Mn = 0,30 ÷ 2,00 %; Fe = 2,50 % max; impurità = max 0,30 %; Cu = quantità rimanente.

Questo metallo ha una grande duttilità, simile a quella del rame ed una resistenza alla trazione di 48 ÷ 55 Kg./mmq. con un allungamento del 35 %. La durezza Brinell è di 110 ÷ 120. Con esso è stato possibile ridurre il peso del complesso dei tiranti.

La camera a fumo, con la relativa porta e il cenerario sono di acciaio-rame, cioè acciaio con 0,30 ÷ 0,50 % di rame e con non più del 0,06 % di zolfo e fosforo; con resistenza alla trazione di 46 ÷ 51 Kg./mmq. e avente una maggiore resistenza alla corrosione dell'acciaio al carbonio.

Telaio: È di lamiera di acciaio speciale ad alta resistenza dello spessore di 28,6 mm. corrispondente alle seguenti caratteristiche: C = 0,20 ÷ 0,25 %; Si = 0,10 ÷ 0,20 %; Mn = 0,85 ÷ 1,00 %; S = 0,04 % max; P = 0,04 % max; Cr = 0,45 % max; Cu = 0,30 ÷ 0,50 %; carico di rottura a tensione = 55 ÷ 63 Kg./cmq.; carico al limite di elasticità = 35 Kg./mmq.; allungamento = 20 %; strizione = 40 %.

È stato necessario qualche accorgimento durante le operazioni di taglio per evitare eccessivi indurimenti locali. Con l'impiego di questo materiale è stato possibile ridurre lo spessore del telaio di 3,18 mm., ottenendo un risparmio totale di peso di circa 865 Kg.

Cilindri, cassetti e organi di trasmissione: I cilindri, i cassetti e le teste delle bielle sono in acciaio della seguente composizione: C = 3 ÷ 3,30 %; Si = 1,20 ÷ 3,00 %; Mn = 0,80 ÷ 0,90 %; S = 0,10 %; P = 0,50 %.

La fusione di questo metallo, ottenuto con un miscuglio di rottame di acciaio proveniente da vecchi cilindri con aggiunta di ferro con basso tenore di fosforo, fu eseguita a 1250° C. e accuratamente controllata con pirometri a filamento Cambridge. Dalle diverse colate furono ricavate barre di prova che furono assoggettate a saggi di flessione, tensione e durezza Brinell.

Le bielle di accoppiamento e le aste degli stantuffi sono state costruite con acciaio « Vibrac » del tipo al Nichel-cromo-molibdeno, temprato con riscaldamento in olio e raffreddamento in aria. Il carico di rottura è di 80 ÷ 95 Kg./mmq. con un allungamento del 20 ÷ 25 %. La riduzione di peso ottenuta, grazie alla elevatissima resistenza del materiale, è stata di circa 200 Kg.

Assi, centri di ruota, cerchioni: Gli assi sono cavi e di acciaio acido con non più del 0,04 % di zolfo e fosforo; con un carico di rottura per tensione di 50 ÷ 65 Kg./mmq. ed un allungamento del 20 ÷ 25 %.

Inoltre un asse prelevato dal blocco è stato assoggettato all'azione di un peso di 1 tonn. cadente del tipo al nichel-cromo-molibdeno, temprato contive sul punto di mezzo dell'asse stesso, ruotandolo dopo ogni colpo di 180° sul suo asse geometrico. I risultati ottenuti sono stati veramente soddisfacenti non essendosi verificata nessuna lesione. Il risparmio di peso ottenuto raggiunge i 480 Kg.

La lavorazione degli assi cavi è stata accuratissima e la prima sbozzatura fu eseguita con un utensile di acciaio e ad alta velocità di lavorazione (54 giri al minuto); la rifinitura del foro fu poi eseguita con uno speciale coltello a quattro tagli alla velocità di solo 8 giri al minuto.

I centri di ruota sono di acciaio fuso in forni rotativi Sesci ed avente un carico di rottura a tensione di 40 Kg./mmq. con un allungamento del 20 %. Il contenuto in fosforo e zolfo non deve superare il 0,06 %.

I cerchioni sono di acciaio acido con una resistenza alla trazione di 83 Kg./mmq. e un allungamento del 21 % e i seguenti tenori dei vari elementi: C = 0,52 %; Si = 0,30 %; Mn = 0,72 %; S = 0,031 %; P = 0,028 %. L'acciaio dei cerchioni è stato inoltre sottoposto ad una prova d'urto simile a quella descritta per gli assi. In una delle prove effettuate un cerchione ha sopportato 14 colpi dati da un peso di una tonn. cadente da altezze via via crescenti da 3 a 9 m. schiacciandosi di 335 mm.

I requisiti richiesti per il metallo dei carrelli portanti sono simili ai precedenti e le prove chimiche e meccaniche eseguite hanno dato risultati soddisfacenti. La lavorazione delle ruote e dei cerchioni è fatta su torni verticali, usando per la sbozzatura utensili con punta di Stellite 40 e per la rifinitura utensili con punta Cutanit.

Molle a balestra: Sono di acciaio ad alta resistenza al silicio-manganese coi seguenti tenori: C = 0,5 ÷ 0,6 %; Si = 1,8 ÷ 2 %; Mn = 0,7 ÷ 1 %; S = 0,04 % max. Le foglie delle molle sono state tagliate a freddo; riscaldate a 850° e incurvate. La tempera fu fatta poi alla temperatura di 800°. Tutte le temperature sono state accuratamente controllate col pirometro.

Il fermaglio fu inserito poi e saldato per evitare allentamenti.

Cuscinetti: Il metallo bianco dei cuscinetti ha un'alta percentuale di stagno per avere una buona resistenza alla fatica. La composizione adottata è la seguente: Sn = 85 %; Cu = 5 %; St = 10 %. Sono state eseguite accurate prove di aderenza del metallo bianco sull'ottone degli involucri dei cuscinetti.

Pezzi speciali: Alcuni pezzi soggetti a sforzi applicati bruscamente, cioè le apparecchiature di comando dei freni; supporti delle molle a spirale, ecc., sono costruiti in acciaio al manganese-molibdeno che resiste bene a questo genere di sollecitazioni. Le sue principali caratteristiche meccaniche e chimiche sono: carico di rottura per tensione = 64 ÷ 70 Kg./mmq.; allungamento = 20 ÷ 25 %; carico al limite di elasticità = 48 ÷ 53 Kg./mmq.; C = 1,5 ÷ 2,00 %; Si = 0,25 %; Mn. 1,5 ÷ 1,7 %; S = 0,04 % max; Ni = 0,30 ÷ 0,50 %; Mo = 0,2 ÷ 0,3 %.

Tender saldati: La saldatura delle lamiere del tender è stata eseguita all'arco elettrico generalmente ad una sola passata. Per i serbatoi dell'acqua la saldatura è continua per assicurare la tenuta, per le altre parti la saldatura è eseguita a tratti discontinui.

L'impiego della saldatura ha fatto risparmiare circa una tonnellata sul peso totale del tender. — L. La Magna.

(B. S.) Utilizzazione di apparecchi piezo-elettrici per la misura di sforzi (*Revue générale des chemins de fer*, gennaio 1938).

Fin dal 1934 l'amministrazione della rete di Orléans studiò degli apparecchi misuratori di sforzi, sfruttando le qualità piezo-elettriche del quarzo.

L'Amministrazione della rete P. O. Midi ha ora formulato un programma di studi e di ricerche che ha reso necessario il riesame di tali apparecchi, il loro perfezionamento ed il loro adattamento ai nuovi scopi cui devono soddisfare.

Il principio di funzionamento di questi apparecchi è basato sui noti fenomeni di piezo-elettricità osservati nel quarzo dai fratelli Curie nel 1881. Le quantità di elettricità liberate dal quarzo, quando lo si sottopone a sforzi di compressione, sono proporzionali agli sforzi stessi. Se queste quantità si raccolgono sopra le armature di un condensatore appariscono tra le stesse delle differenze di potenziale che risultano ancora proporzionali agli sforzi applicati. Per uno sforzo di 10 tonn., che è dell'ordine di quelli riscontrati nel materiale ferroviario, con un condensatore di capacità di circa 1/10 di microfarad si avverte una differenza di potenziale di quasi 2 volt, differenza facilmente avvertibile. Per evitare errori nella valutazione degli sforzi che si vogliono misurare, occorre conservare tutta la quantità di elettricità liberata dal quarzo e quindi avere correnti estremamente deboli. Si utilizza perciò come rivelatore un elettrometro senza inerzia, costituito da una valvola termoionica la cui resistenza griglia-catodo è superiore a 10^{15} ohm. Questa valvola dà variazioni di corrente che possono essere registrate con l'aiuto di un oscillografo.

L'insieme quarzo, valvola, oscillografo e relative connessioni costituisce l'apparecchio impiegato, il quale soddisfa in modo quasi perfetto alle proprietà caratteristiche cui deve soddisfare un buon apparecchio di misura e cioè: precisione, fedeltà, sensibilità, assenza d'inerzia e di isteresi, periodo proprio molto piccolo, insensibilità alle variazioni di temperatura e delle condizioni del mezzo entro cui funziona, resistenza meccanica sufficiente.

La rispondenza a tutti questi requisiti è stata constatata con una serie di esperimenti molto rigorosi. La costituzione definitiva di questi apparecchi è stata fissata dopo una serie di tentativi e di esperimenti.

Per ragioni di montaggio su veicoli di tipo diverso è stato deciso di dare ad essi le minime dimensioni possibili — altezza cm. 8,50 — e di fare in modo da renderli intercambiabili da un veicolo all'altro col solo adattamento, caso per caso, delle piastre di attacco al veicolo stesso.

Le lamine di quarzo sono comprese tra due pistoni di acciaio scorrevoli in uno stantuffo. La cellula a quarzo è collegata ad un oscillografo catodico mediante un cavo flessibile. L'alimentazione è ottenuta utilizzando le batterie di accumulatori dell'impianto di illuminazione, la cui scarica a 24 V alimenta una piccola commutatrice che fornisce corrente alternata a 50 periodi, corrente che viene trasformata, raddrizzata, filtrata e regolata per alimentare gli apparecchi a tensioni rigorosamente costanti anche in caso di variazioni nella tensione di scarica delle batterie.

Grazie a questi apparecchi si possono studiare le reazioni della via sulle ruote dei veicoli, registrando in modo continuo l'andamento delle reazioni stesse per tutto un percorso. La conoscenza esatta delle reazioni e dei fattori che su di esse influiscono, permetterà alle amministrazioni ferroviarie di attuare molte modifiche sul materiale e ridurre certi eccessivi margini di sicurezza finora adottati.

L'organizzazione delle prove da eseguire sui vari veicoli è stata studiata in modo da ridurre al minimo il periodo di immobilizzo dei veicoli stessi; perciò la maggior parte delle operazioni preliminari viene fatta in un'officina all'uopo specializzata.

Mediante questi apparecchi sono state eseguite molte determinazioni di sforzi laterali e verticali tra rotaie e veicolo ovvero tra asse e boccola, allo scopo di studiare se è possibile aumentare la velocità di marcia senza introdurre modifiche nella costruzione dei veicoli; di studiare la sicurezza offerta da un veicolo alla sua massima velocità; di studiare i miglioramenti da introdurre nel materiale fisso e mobile allo scopo di conseguire un aumento di velocità.

Il programma degli studi da fare comprende: il confronto tra i diversi tipi di locomotive 2-D-2 delle reti francesi; lo studio comparativo della stabilità delle vetture a seconda del loro passo rigido e della flessibilità delle molle di sospensione; lo studio comparativo dei diversi tipi di automotrici.

Grazie a questi studi sistematici si potranno registrare importanti progressi nel servizio ferroviario, ovviando a molti inconvenienti che si potranno rilevare: aumentando le velocità e migliorando il conforto dei viaggiatori. — L. LA MAGNA.

(B. S.) Macchina rincalzatrice sistema Scheuchzer (*Schweizerische Bauzeitung*, 30 aprile 1938).

L'esercizio dell'odierno traffico rapido dei treni ha messo in evidenza la necessità di ottenere una manutenzione del binario migliore, più economica e più rapida di quella finora realizzata ed

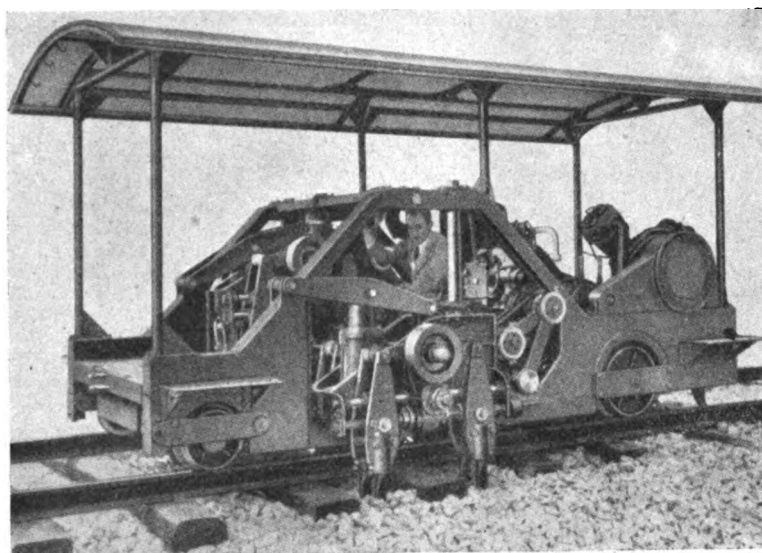



FIG. 1.

ha perciò condotto a sostituire molte lavorazioni a mano sulla linea con lavorazioni meccaniche realizzate da macchine elettriche o pneumatiche.

Per la rincalzatura del pietrisco sotto le traverse sono già da tempo in uso vari tipi di macchine contenenti alcuni martelli mossi elettricamente o per mezzo dell'aria compressa. Tali macchine cercano perciò di imitare il lavoro manuale.

La « Società Esercizio Sistemi Scheuchzer » di Renen (Svizzera), dopo anni di studi e di prove ha ora messo a punto una macchina di tipo del tutto nuovo, che permette di ottenere in modo assolutamente automatico una rincalzatura uniforme e compatta senza alcun pericolo di stritolare e frantumare il pietrisco.

Un carrello compreso nella sagoma limite internazionale (fig. 1) porta un motore Ford da 50 HP il quale, oltre ad azionare la macchina rincalzatrice, dà anche movimento agli assi del carrello attraverso un cambio che permette la marcia nei due sensi con quattro velocità comprese fra 6 e 50 Km./h. Sul carrello è sistemato il posto del manovratore e lo spazio dei diversi materiali occorrenti. Il peso totale in servizio è di 7 tonn. Il funzionamento è comandato da un sol uomo.

Per la rincalzatura servono 8 coppie di leve alle quali, per mezzo di eccentrici, vengono impresse vibrazioni rapide e di piccola ampiezza per cui dette leve affondano verticalmente nel pietrisco ai lati della traversa da rincalzare. Raggiunta la profondità necessaria esse si stringono vi-

brando sotto la traversa per effetto della rotazione di una doppia vite e in tal modo realizzano un'ottima costipazione del pietrisco.

Quando il costipamento ha raggiunto il grado desiderato, automaticamente si effettua il distacco della macchina dal motore, per cui il manovratore resta avvertito che è tempo di passare alla traversa successiva. In tal modo il lavoró risulta totalmente indipendente dal fattore uomo.

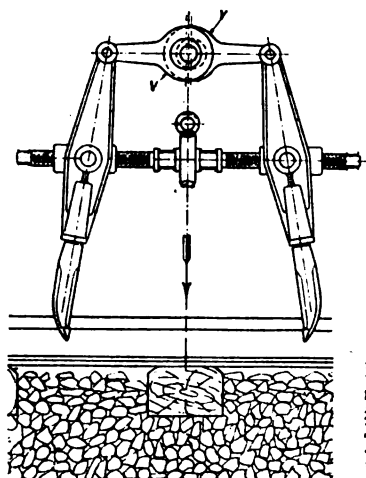



Abb. 2. Hebelpaar hochgehoben Abb. 3. Desgl. in Arbeitsstellung

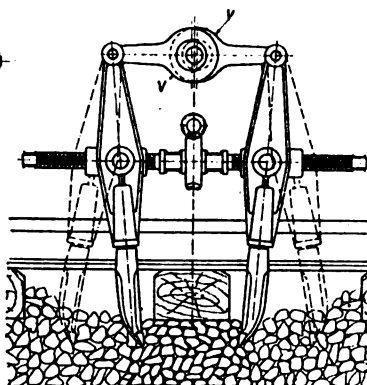
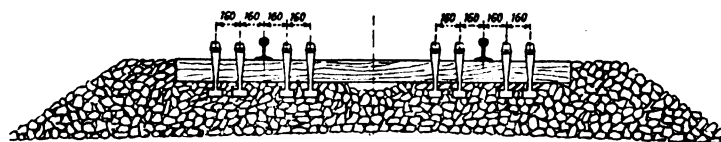



Abb. 4. Querschnitt der Geleisebettung mit 8 Stopfhebelpaaren..

FIG. 2.

Come appare dalla figura 2, per ciascuno lato di ogni rotaia lavorano due coppie di leve, cosicchè, dopo il lavoro, la traversa risulta sostenuta da due lunghi massetti che costituiscono un ottimo appoggio.

La macchina Scheuchzer può rincalzare in un'ora da 60 a 100 metri di binario con traverse di legno impiegando una potenza di 25-30 HP. La stessa macchina serve però anche per i binari con traverse metalliche, ove anzi si ritiene più grave il pericolo che la rincalzatura a mano riesca irregolare.

Per lasciar passare i treni sui binari in esercizio, la macchina può essere allontanata per mezzo di uno speciale dispositivo, con una manovra che richiede circa un minuto di tempo. (1). — G. ROBERT.

(1) La macchina Scheuchzer è attualmente in prova su alcune linee della Rete Italiana dello Stato (*N. d. R.*).

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

AGOSTO 1938-XVI

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1938 385 . 1 : 621 . 138
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 311.
Sulla vita economica della locomotiva. Nuovi dati canadesi, pag. 6 ½, fig. 7.

1938 624 . 2 . 04
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 318.
G. Cividalli. Sforzi secondari nelle travate metalliche. Sforzi dovuti alla solidarietà delle nervature delle travi principali con le membrature dell'impalcato, pag. 22, fig. 8, tav. 1.

1938 621 . 317 . 785
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 342.
G. Musso. Un contasecondi automatico a cellula fotoelettrica per la taratura dei contatori elettrici, pag. 6, fig. 6.

1938 385 . 113 (. 43)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 317 (Informazioni).
L'andamento del traffico della Reichsbahn nel 1937.

1938 621 . 643 : 665 . 5 (. 498)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 341 (Informazioni).
Le condotte di petrolio esercitate dalle ferrovie rumene.

1938 385 . 15 (. 43)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 349 (Informazioni).
La Reichsbahn assume l'esercizio di due reti private, pag. 1, fig. 1.

1938 621 . 791 : 624
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 350 (Libri e Riviste).
Sviluppo nella saldatura di grandi strutture, pagine 2 ½, fig. 4.

1938 656 . 22 (1 + 25) (. 73)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 352 (Libri e Riviste).
Due altri treni aerodinamici per il servizio della costa del Pacifico, pag. 3, fig. 4.

1938 621 . 3 — 78
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 355 (Libri e Riviste).
Accidenti prodotti dall'elettricità, pag. 1.

1938 656 . 1 . 078 . 2
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 356 (Libri e Riviste).
La concorrenza tra la strada e la rotaia nella politica economica dei trasporti, pag. ½.

1938 621 . 64
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 357 (Libri e Riviste).
Grado di autarchia di tubi di acquedotti fabbricati con materiali diversi, pag. ½.

1938 621 . 333
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 357 (Libri e Riviste)
I guasti nei motori di trazione urbana. Sistemi atti a prevenirli, pag. ½.

1938 621 . 791 : 624 . 2 (. 44)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 358 (Libri e Riviste).
Ponti ferroviari saldati della Compagnia Ferrovie del Nord, pag. 1.

1938 625 . 2 . 013 . 2
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 359 (Libri e Riviste).
Lo sviluppo nella costruzione dei respingenti dei veicoli ferroviari, pag. 2 ½, fig. 7.

1938 621 . 333 . 41
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 361 (Libri e Riviste).
Gli equipaggiamenti per la frenatura con ricupero su locomotive ed automotrici elettriche, pag. ½.

1938 621 . 314 . 65
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, giugno, pag. 362 (Libri e Riviste).
Cenni sui raddrizzatori a vapori di mercurio e sul loro impiego nella trazione elettrica, pag. ½.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1938 656
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 745.
Concurrence de la route, de la voie d'eau et de l'air. (France, Algérie et Indes anglaises), pag. 5.

1938 625 . 14 (01 & 625 . 212
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 750.
Fischer (A.). Note sur un « abaque circulaire » pour les formules des écartements d'essieux du « Verein Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen » (Union des administrations de Chemins de fer de l'Europe Centrale), pag. 3, fig. 1.

1938 69
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 753
Karsten (Dr. A.). Le procédé chimique Joosten de consolidation et d'imperméabilisation du sol, pag. 4, fig. 3.

1938 62 . (01 & 625 . 13
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 757.
Bernhard (R. K.). Localisation des points faibles dans les ponts, pag. 7, fig. 4.

1938 656 . 257 (. 44)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 764.
Lecomte. Les postes d'enclenchements « à pouvoir » du Réseau de l'Est, pag. 20, fig. 6.

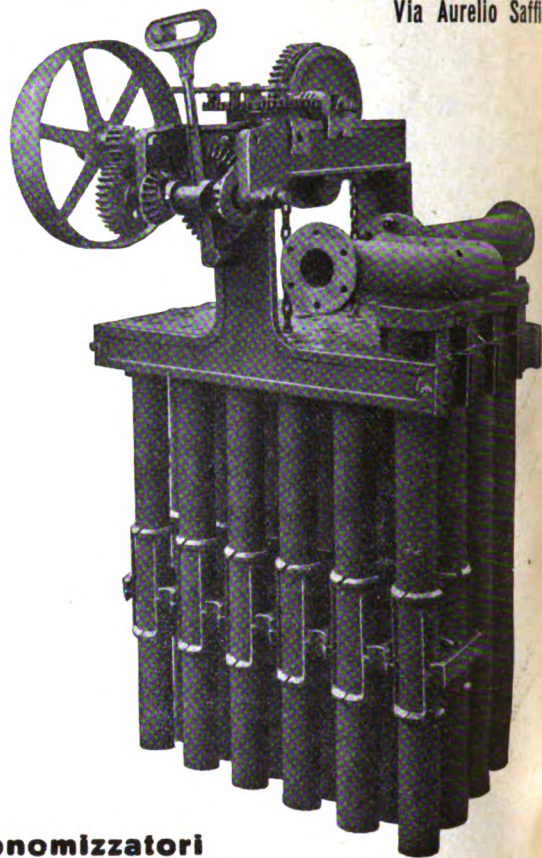
1938 656 . 254
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 784.
La répétition des signaux de la voie à bord des locomotives par le système « Parisienne-Metrum » (P. A. M.), pag. 8, fig. 13.

1937 656 . 258 (. 73)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 792.
Le premier poste d'enclenchement d'itinéraires à commande par boutons installé en Amérique sur le New York Central, pag. 5, fig. 3.

1938 621 . 131
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 797.
Günther (K.) Locomotives à vapeur pour vitesses élevées, pag. 8.

1938 621 . 132 . 3 (. 438)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 805.
Martin (H.). Nouvelle locomotive aérodynamique, type « Pacific », des Chemins de fer de l'Etat polonais, pag. 5, fig. 6.

OFFICINE DI FORLI' - Milano

Via Aurelio Saffi, 6

Economizzatori a tubi lisci per caldaie

FRATELLI REDI

IMPRESA MARMI

S. A. G. L.

TRENTO
Via Canestrini, 1-a - Tel. 21.43
Telegrammi: Fratelli Redi Trento

:: Stabilimento con segheria e macchinario speciale :: Lavori di architettura, ornato e scultura nella pietra, marmo, granito e porfido :: Cave proprie ::

NOVITÀ BREVETTATA

"MORAP„

insuperabile

La modesta pila a secco di 4,5 volts Vi garantisce la carica per circa 1 anno ed è di sostituzione facilissima.

Il movimento è ad ancora, finissimo, con 15 rubini spirale "Breguet" e bilancere Elnivar 1°, che assicurano la marcia precisa. Non è soggetto alla variazione della temperatura e alle perturbazioni magnetiche. Marcia in qualunque posizione. È brevetto "Reform".

MILANO
Via Melzo, 36 (ang. Corso B. Ayres) **- Tel. 21176**
Indirizzo telegrafico "Reform„ - Milano

1938 625 . 14 (01, 621 . 135 (01 & 625 . 2
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 810.
BANCELIN. Méthode d'enregistrement de faibles déplacements. Résultats de quelques mesures, pag. 4, fig. 3.

1938 625 . 13 & 656 . 253
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 814.
LEVI (R.). Emploi de tubes luminescents comme compléments des signaux sous tunnels, pag. 5, fig. 4.

1938 621 . 135 . 2 & 625 . 212
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 819.
CONTE. Méthodes d'investigation des fissures d'essieux, pag. 3, fig. 6.

1938 621 . 132 . 3 (. 73)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 821.
Nouvelles locomotives 4-6-4 aérodynamiques, New York, New Haven and Hartford Railroad, pag. 5, fig. 2.

1938 656 . 215 (. 73) & 656 . 259 (. 73)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 826.
Projecteurs pour un passage à niveau, pag. 2 ½, fig. 2.

1938 656 . 25 (. 42)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 828.
Poste de secours automatique pour signalisation électrique, pag. 2 ½, fig. 1.

1938 624 . (. 43)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 831.
COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Neue Deutsche Forschungsarbeiten und Ausführungen auf dem Gebiete des Stahlbrückenbaues. (Nouvelles recherches et réalisations allemandes dans le domaine de la construction des ponts métalliques), pag. 1.

1938 385 . (09 (. 497 . 1)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 832.
COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Eisenbahngeographie Jugoslaviens. (Géographie des chemins de fer de Yougoslavie), pag. 1.

1938 659 (. 42)
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 833.
COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Facts about British Railways, 1938. (Ce qu'ont fait les Chemins de fer anglais, 1938), pag. ½.

1938 385 . (09 . 2
Bull. du Congrès des ch. de fer, luglio, p. 834.
NÉCROLOGIE. Dr. Robert Herold, pag. 1 ½, fig. 1.

Revue Générale des Chemins de fer.

1938 385 . 06 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 321.
CLOSSET. Les statuts de la Société Nationale des Chemins de Fer Français, pag. 7.

1938 385 . 091 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 328.
DEVILLERS. Le rattachement de la ligne de Sceaux au Chemin de fer Métropolitain de Paris, pag. 8, fig. 9.

1938 621 . 135 . 1 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 336.
RIBOUD. Le graissage dans les chemins de fer aux Etats-Unis, pag. 20, fig. 17.

1938 385 . 11 (42)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 355.
Les C. F. à l'étranger. D'après le supplément de « Railway Gazette » à son n. du 25 mars 1938.
Résultats financiers de l'exploitation des Chemins de fer Britanniques en 1937, pag. 1.

1938 656 . 254 . 5 (42)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 356.
Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Gazette » du 31 décembre 1937.
L'extension de la régulation du trafic sur le L.N.E.R., pag. 1, fig. 3.

1938 625 . 16
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 357.
Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Gazette » de décembre 1937.
Poteaux tronçonnés en acier, pag. 1, fig. 3.

1938 656 . 253 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 358.
Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Age » du 25 décembre 1938.
Emploi de projecteurs pour rendre plus visibles les trains franchissant les passages à niveau, pag. ½, fig. 3.

1938 625 . 137 (46)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 359.
Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Gazette » du 21 Janvier 1938.
Le nouveau pont sur la rivière Jerte, pag. ½, fig. 2

1938 625 . 123 (42)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 360.
Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Gazette » du 3 décembre 1937.
Renforcement d'une plateforme argileuse sur une ligne à grand trafic, pag. ½, fig. 1.

1938 621 . 131 . 3 (73)
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 361.
Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway mechanical Engineer » de janvier 1938.
Le train léger caréné à vapeur du Reading railroad, pag. 1, fig. 2.

1938 621 . 79
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 361.
Les C. F à l'étranger. D'après « Stahl und Eisen » du 20 janvier 1938.
Emploi des rayons X et des rayons γ pour l'examen des pièces métalliques, pag. ½.

1938 621 . 131 . 2
Revue Générale des Chemins de fer, giugno, p. 362.
Les C. F. à l'étranger. D'après « Glasers Annalen » du 1er octobre 1937.
Locomotives à vapeur pour trains à grande vitesse, pag. 2.

Traction nouvelle.

1938 621 . 431 . 72 (. 73)
La Traction Nouvelle, maggio-giugno, p. 70.
M. CHATEL e G. BONDON. Utilisation et entretien des trains Diesel Américains, p. 11, fig. 9.

1938 625 . 85 621 . 431 . 72

La Traction Nouvelle, maggio-giugno, p. 36.

M. Roy. La station d'essai des autorails De Dietrich à Reichshoffen, pag. 2, fig. 3.

1938 625 . 85 621 . 431 . 72

La Traction Nouvelle, maggio-giugno, p. 88.

Présentation d'un nouvel autorail à gazogène, pag. 2, fig. 4.

Le Génie Civil.

1938 621 . 791

Le Génie Civil, 9 aprile, p. 313.

H. Dutilleul e G. De Verdière. Étude du retrait et des tensions dans les joints soudés, pag. 3, fig. 5.

1938 620 . 17 : 691 . 54

Le Génie Civil, 16 aprile, p. 337.

E. Couillaud. Au sujet des essais physiques des ciments, pag. ½.

1938 669 . 13 — 14

Le Génie Civil, 23 aprile, p. 353.

Les récents progrès en fonderie de fonte, pag. 3.

1938 621 . 791 : 624 . 2 (. 44)

Le Génie Civil, 30 aprile, p. 378.

Les assemblages des ponts-rails soudés suivant la pratique allemande, pag. 1, fig. 4.

Revue Générale de l' Electricité.

1938 621 . 314 . 65

Revue Générale de l'Electricité, 7 maggio, p. 591.

Garreau. Les redresseurs à vapeur de mercure des sous-stations de traction de la ligne de Paris au Mans des Chemins de fer de l'Etat, pag. 12, fig. 10.

1938 621 . 316 . 9

Revue Générale de l'Electricité, 14 maggio, p. 623.

J. Grillet. Coupe-circuit à grand pouvoir de coupure, pag. 14, fig. 27.

1938 621 . 311 . 16

Revue Générale de l'Electricité, 21 maggio, p. 662.

Y. Le Moigne e M. Taron. Le dispatching de la Compagnie parisienne de distribution d'électricité, pag. 10, fig. 10.

LINGUA TEDESCA

Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

1938 625 . 42 (. 43)

Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 29 aprile e 13 maggio, pp. 115 e 130.

F. Steiner. Vom Bau der Nordsüd-S-Bahn in Berlin, pag. 14, fig. 25.

Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

1938 656 . 1 . 078 . 2

Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 28 aprile, p. 319; 5 maggio, p. 337; 12 maggio, p. 357.

W. Berchtold. Die Entwicklung der Verkehrsteilung zwischen Schiene und Strasse in Frankreich, pag. 15.

1938 656 . 23 656 . 4 . 072

Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 5 maggio, p. 344.

J. Larsen. Verkehrszählung im Kopenhagener Vorortverkehr, pag. 4, fig. 4.

1938 625 . 144 625 . 2 . 012 . 8

Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 19 e 26 maggio, pp. 377 e 397.

A. Drechsel. Die Lösung der Schnellverkehrsfrage durch den Kurvenneigenden Kreiselwagen, pag. 12, fig. 8.

LINGUA INGLESE

Mechanical Engineering.

1938 621 . 187 . 12

Mechanical Engineering, maggio, p. 371.

Boiler-water treatment, p. 6, fig. 8.

1938 620 . 165 . 2 621 . 64

Mechanical Engineering, maggio, p. 390.

A. Nutting. Resistance tests on pipe, pag. 2, fig. 2.

Engineering

1938 551 . 511 . 5 / 621 . 315 . 016 . 4 / 624 . 042 . 4 / 699 . 83

Engineering, 6 maggio, p. 498.

Research work on wind pressure in Belgium, pag. 2 ½, fig. 9. (*Continua*).

1938 385 . (09 (. 56)

Engineering, 6 maggio, p. 506.

The railways of Irak, pag. 1.

1938 621 . 335

Engineering, 6 maggio, p. 513.

The trend of design of electric locomotives, p. 1 ½.

1938 656 . 211 . 7

Engineering, 13 maggio, p. 543.

Georing for Diesel-electric vehicular ferry, p. ½, fig. 1.

The Railway Gazette

1938 624 . 2 (. 489) 656 . 211 . 7 (. 489)

The Railway Gazette, 29 aprile, p. 832.

Ferries and bridges in Denmark, pag. 1 ½, fig. 1.

1938 621 . 431 . 72

The Railway Gazette, 13 maggio, p. 953.

Large Diesel locomotives, pag. 1.

1938 621 . 791 : 624 . 2

The Railway Gazette, 20 maggio, p. 984.

Collapse of a welded bridge. From personal observations, a structural engineer discusses the failure of a bridge over the Albert Canal at Hasselt, Belgium, pag. 2, fig. 6.

1938 621 . 132 (. 73)

The Railway Gazette, 27 maggio, p. 1029.

Improved 4-6-4 locomotives for the New York Central, pag. 1, fig. 1.

1938 621 . 33 (. 492)

The Railway Gazette, Electric railway traction supplement, 27 maggio, p. 1046.

New multiple-unit electric trains in Holland, pagine 5, fig. 11.

Railway Age.

1938 621 . 431 . 72

Railway Age, 23 aprile, p. 736.

Electric locomotive changed to Diesel electric, pag. 1, fig. 2.

1938 621 . 132 . (. 73)

Railway Age, 30 aprile, p. 761.

Freight and passenger power for the Milwaukee. Baldwin deliveres thirty powerful 4-8-4 type locomotives with 74 - in driving wheels, pag. 2 ½, fig. 2.

NUOVO PONTE SUL FIUME FORO (LINEA ANCONA-FOGGIA)

SEZIONE LONGITUDINALE

Sezione in mezzeria campata centrale

SEZIONI TRASVERSALI

Sezione in mezzeria campata terminale

Valle

Monte

Scala 1:100

10990 Tipo-Litografia F. S. - Roma 6-1938-XVI

15
15
15
15
16
S
2 ϕ 32
1 ϕ 32
1 ϕ 32
2 ϕ 32
ϕ 14

Anno XXVII - Vol. LIV - N. 3. RIVISTA MENSILE Roma, 15 settembre 1938 (Anno XVI)
Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

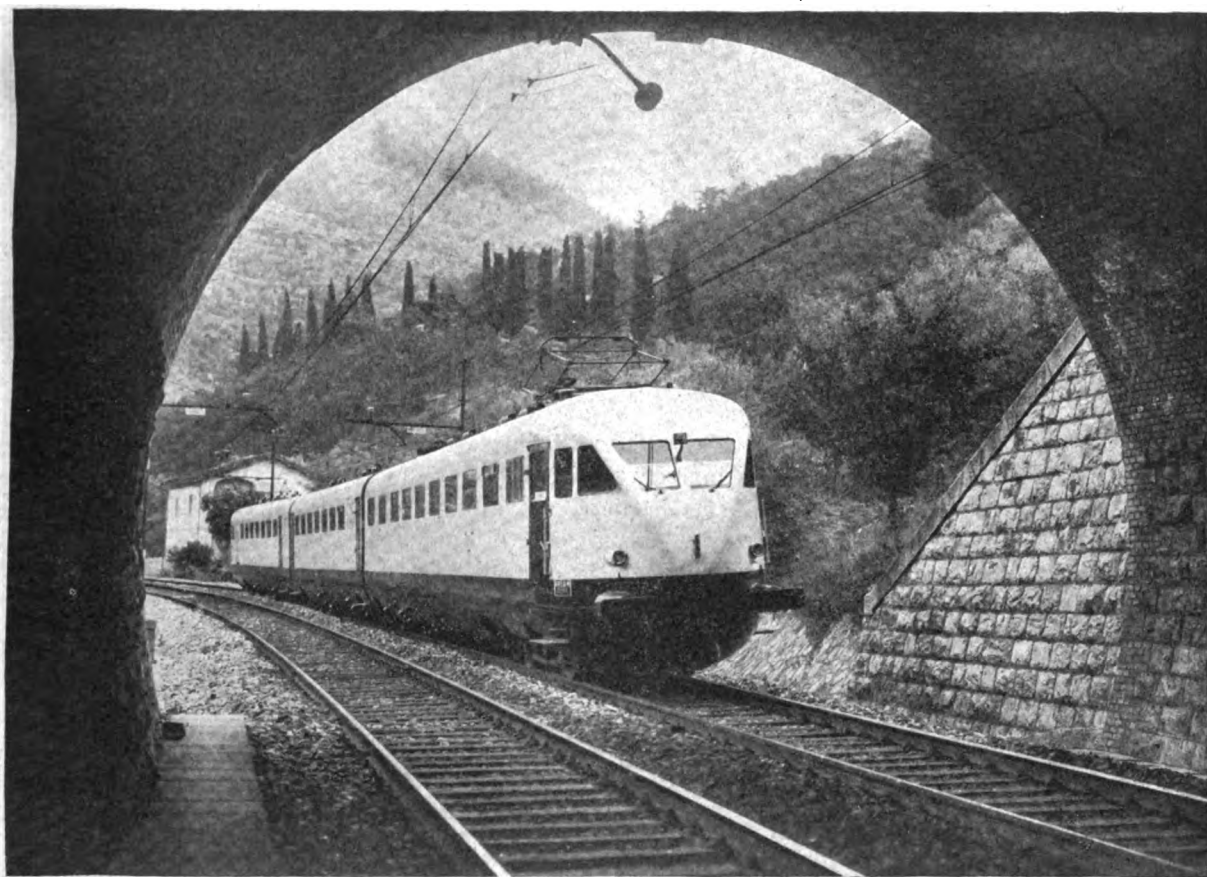
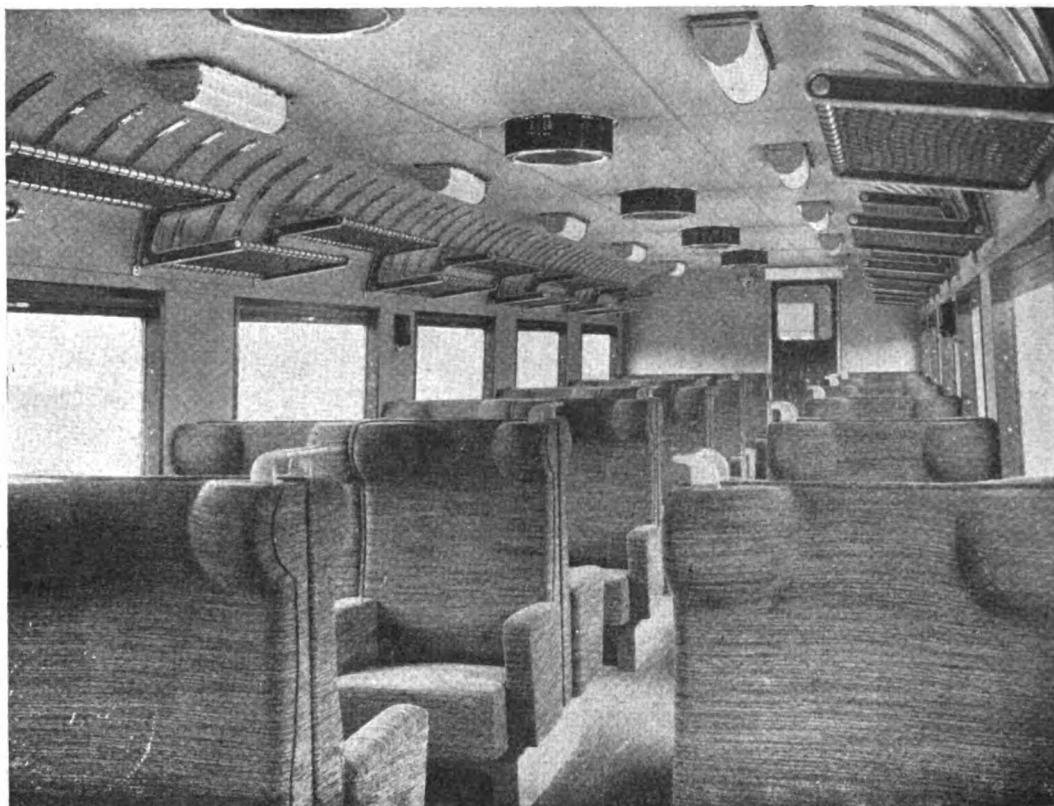
Spedizione in abbonamento postale

Anno XXVII - Vol. LIV 15 Settembre 1938 - Anno XVI - N. 3

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

L'elettrotreno alla velocità commerciale di 155 Km/ora sui 214 Km. della Roma-Napoli

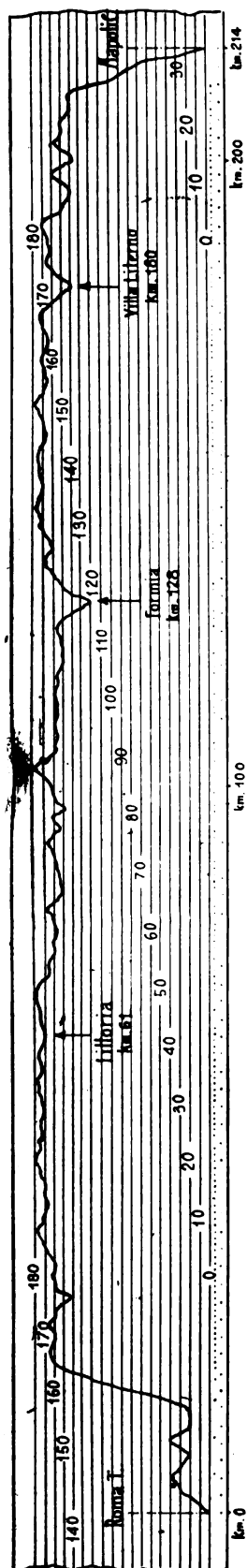
Il 6 dicembre 1937 venne offerto ad una delegazione di tecnici ferroviari francesi un viaggio dimostrativo da Roma a Napoli con uno dei nostri elettrotreni che sin dal

22 maggio 1937 effettuano la nota coppia di treni rapidi Bologna-Napoli alla velocità commerciale, sull'intero percorso, di 104 Km/ora e di 115 Km/ora sui 210 Km. del percorso Roma-Napoli Margellina.

Fu durante quella corsa che, sui 27.518 metri del percorso da Campoleone a Littoria venne mantenuta una velocità superiore ai 190 Km/ora. In particolare furono toccati i 201 Km. massimi nel lungo rettifilo di oltre 10 Km. fra le progressive 36.450 e 46.990, sulla livelletta in discesa fra i Km. 37.971 e 39.805.

Per rendere realizzabile il raggiungimento di tale velocità, superiore del 25 % a quella massima prevista di progetto, era stata elevata a 4000 volt circa la tensione in uscita dalle sottostazioni di Campoleone e di Sezze. Questa circostanza denota che, congiuntamente alla bontà della struttura meccanica, vi era quella degli organi di captazione corrente e dei motori di trazione ed ausiliari che ebbero un eccellente funzionamento pure con la maggiore tensione e velocità.

Dopo quella corsa non si è però tralasciato di tendere alla realizzazione di ulteriori miglioramenti alla sospensione, sperimentando essenzialmente molle di elasticità diversa e perfezionando il tipo di smorzatore idraulico per la traversa oscillante dei carrelli, poichè, quelli in opera nel dicembre 1937, erano stati costruiti adattando un tipo non perfettamente proporzionato.

Il sensibile beneficio che le migliorie hanno permesso di conseguire, congiunto ad una sempre più minuziosa cura da parte del Servizio Lavori per rendere ottime le condizioni di manutenzione dell'intero tratto di linea da Roma a Napoli, hanno permesso di eseguire più di una volta corse più veloci assai di quanto l'orario non prevedesse.

Il giorno 27 di luglio S. E. il Ministro delle Comunicazioni ha voluto ufficialmente rendere di pubblico dominio il nuovo passo avanti compiuto, stabilendo di fare eseguire ad uno dei normali elettrotreni una corsa; ospiti numerosi rappresentanti della stampa nazionale ed estera.

Era stato stabilito di compiere il tratto da Roma a Napoli Centrale (km. 213,92) in 90 minuti alla velocità commerciale di 142,5 km/ora pur rispettando alcune limitazioni di velocità in partenza da Roma, conseguenti ai lavori in corso per la sistemazione generale degli impianti ferroviari della Capitale.

Si è però ammesso di accelerare la corsa guadagnando un certo numero di minuti.

Così da Napoli S. E. Il Ministro delle Comunicazioni ha potuto indirizzare al Duce il seguente telegramma:

« Eccellenza Capo Governo - Roma.

Percorso Roma-Napoli è stato compiuto dall'elettrotreno in 1 ora e 23 minuti. Deducendo cinque minuti impiegati per rallentamenti dovuti grandi lavori Roma, percorso riducesi a 1 ora e 18 minuti. Si è raggiunta la velocità massima di 180 km.-orari; la velocità commerciale, di 155 chilometri compresi i rallentamenti, e di 165 deducendoli. Ho il piacere di comunicarvi altro primato che sotto le Vostre direttive le Ferrovie Italiane dello Stato hanno raggiunto.

f.to: Ministro Benni ».

La zona tachimetrica che si riproduce mostra la perfetta regolarità di marcia. Va soggiunto che il valore della tensione di linea non fu variato per la circostanza e che la velocità di corsa su parecchi tronchi fu mantenuta volutamente ad un valore più basso di quello che il mezzo e la linea avrebbero consentito.

Il " Centro Volpi di Elettrologia ". - L'opera di documentazione.

Per un atto di munificenza del Conte Volpi di Misurata, è sorto recentemente a Venezia il « Centro Volpi d'Elettrologia ». La sede è nel palazzo Vendramin, sul Canal Grande; lo scopo della fondazione è di incoraggiare e porre in valore l'attività scientifica italiana nel dominio dell'elettrologia, intesa nel senso più vasto, favorendo specialmente nuovi scambi culturali fra studiosi italiani e stranieri.

L'opera del nuovo istituto sarà divisa in due settori ben distinti. Esso si propone anzitutto di diffondere all'estero la conoscenza del lavoro scientifico italiano pubblicando in un bollettino redatto nelle lingue più note i lavori italiani più interessanti e una documentazione di tutto quanto è prodotto dagli studiosi italiani.

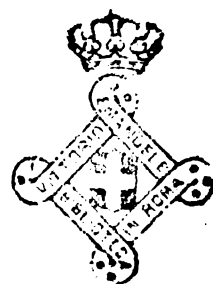
In secondo luogo il Centro promuove in Venezia Congressi, ed ancor più Convegni ed incontri fra scienziati italiani e stranieri, per fecondi scambi di idee ed esperienze e per l'esame di determinati problemi scientifici.

Ha visto già la luce il primo numero del Bollettino, in cui è inserito in forma riassuntiva tutto quanto viene pubblicato in Italia nel campo delle scienze elettrologiche. Ogni riassunto è dato nella lingua dell'edizione ed in italiano sulle due pagine di uno stesso foglio, mediante una accurata e razionale realizzazione tipografica che rende l'opera di facile lettura ed utile mezzo di documentazione.

La soluzione è conforme ai metodi esposti nell'ultimo Congresso di Documentazione, tenutosi lo scorso anno a Parigi. Non è però adottata alcuna classificazione, sebbene nel campo dell'elettrologia, come in quello ferroviario, appaia molto diffuso il sistema decimale, dopo l'adozione fattane dalla E. T. Z. (1).

Il bollettino segnala in forma più estesa, quando non riporta integralmente, i lavori più interessanti ed illustra anche, con cenni generali, l'attività e le iniziative del Centro.

La nostra Rivista, che si dedica anche ad un'opera di sistematica documentazione tecnica, saluta con compiacimento la nuova iniziativa prettamente italiana che, ispirandosi a direttive di utilità mondiale, si è concretata prontamente, superando lo stadio delle incertezze e delle sterili discussioni, esiziali in lavori del genere.

(1) V. questo periodico, dicembre 1935, pag. 395.

Nuovi carri refrigeranti delle Ferrovie Italiane dello Stato

Ing. G. DEL GUERRA, per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

Riassunto. — **Messa in evidenza l'importanza che per il nostro paese ha il traffico dei prodotti ortofrutticoli e la conseguente necessità di provvedere il parco ferroviario di un'abbondante dotazione di carri a elevato isolamento e refrigeranti, sono esposte le caratteristiche costruttive di un cospicuo numero di nuovi carri di tal genere delle Ferrovie dello Stato. Sono messi in particolare rilievo i provvedimenti adottati nella costruzione della cassa di tali carri per ottenere la massima efficacia dal punto di vista dell'isolamento, della refrigerazione e della circolazione d'aria; per evitare che nell'esercizio le condizioni che assicurano l'isolamento non abbiano ad alterarsi; per impedire che la merce abbia ad essere danneggiata dall'acqua di fusione del ghiaccio e dai liquidi che colano dalla merce stessa; per rendere facile ed economica la manutenzione.**

È indicato anche il coefficiente di trasmissione termica totale presentato dalla cassa dei nuovi carri.

Il nostro Paese ha sempre avuto un intenso traffico di prodotti agricoli e loro derivati, per molti dei quali, come certe qualità di frutta, di ortaggi e di latticini, è

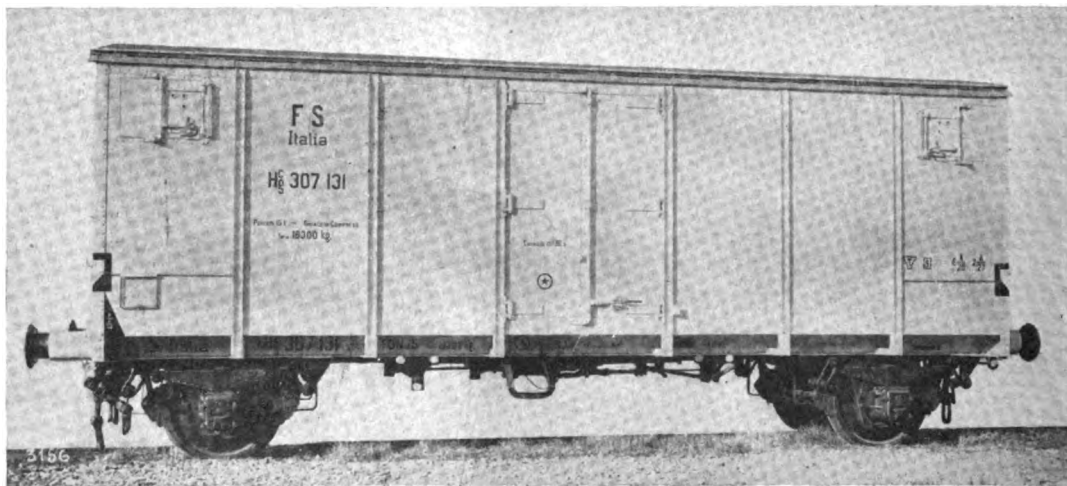



Fig. 1. — Esterno del carro.

necessario che siano trasportati in carri speciali, atti a mantenere la merce in buone condizioni di temperatura e di circolazione d'aria. Si tratta infatti di prodotti che deperiscono rapidamente e che si trasportano specialmente nei mesi estivi, durante i quali in molte nostre regioni si raggiungono elevate temperature, e lunghi sono i percorsi che in generale essi devono compiere, una considerevole percentuale di tali prodotti essendo diretta a mercati esteri.

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato si è perciò da parecchio tempo preoccupata di dotare il proprio parco di carri a forte coibenza e, in generale, refri-

geranti, cioè provvisti di una sorgente di refrigerazione non richiedente apparecchiature meccaniche.

In seguito poi al sensibile aumento del nostro traffico internazionale, e particolarmente delle esportazioni dei prodotti ortofrutticoli, le F. S. hanno trovato opportuno arricchire la dotazione dei carri a elevata coibenza di un altro cospicuo gruppo di nuovi carri, attualmente in corso di consegna.

Questi nuovi carri (vedi fig. 1), tutti omogenei tra loro e tutti refrigeranti, sono a due sale come tutti gli altri carri del genere finora costruiti, ma presentano, rispetto a questi, notevoli differenze, intese soprattutto ad assicurare, a parità di qualità e spessore dell'isolante, un più elevato grado d'isolamento, ad ottenere una maggior economia di manutenzione, e a permettere una marcia tranquilla e sicura anche alla velocità di 100 e più Km./ora dei moderni treni merci a marcia accelerata e dei treni viaggiatori.

I suddetti carri, che sono stati costruiti su progetto del Servizio Materiale e Trazione delle F. S., hanno le seguenti dimensioni principali:

Lunghezza tra i respingenti	mm.	9180
Passo	mm.	6100
Larghezza interna della cassa (compr. le casse per ghiaccio)	mm.	7720
Lunghezza interna della cassa (compr. le casse per ghiaccio)	mm.	7720
Larghezza esterna della cassa	mm.	2886
Larghezza interna della cassa (tutta la larghezza interna è utilizzabile per il carico)	mm.	2606
Altezza interna della cassa:		
in corrispondenza dell'asse longitudinale del carro	mm.	2108
in corrispondenza delle pareti laterali	mm.	1800
Capacità totale del carro	$m.^3$	39
Capacità utile per il carico	$m.^3$	30,5

Le suddette dimensioni, all'infuori del passo, non differiscono da quelle dei carri di precedente costruzione. Il passo è invece notevolmente maggiore, essendosi voluto aumentare il rapporto tra lo scartamento delle sale e la lunghezza della cassa, come è necessario per avere una marcia più tranquilla e sicura ad elevata velocità. Tale passo corrisponde a quello adottato anche in altri tipi di carri chiusi, destinati ad essere messi in composizione a treni viaggiatori.

Come nelle precedenti costruzioni di carri dello stesso tipo, la cassa e il telaio sono interamente metallici; ma la struttura della cassa differisce da quella dei carri delle precedenti ordinazioni (1935) per avere, a differenza di questi ultimi, i montanti e la lamiera che li collega completamente all'esterno. Ciò ha permesso di raggiungere tre importanti risultati:

1) quello di disporre tutte le parti metalliche, che entrano nella costruzione della cassa, lontano dallo spazio riservato alla merce, così che è stato possibile sistemare il materiale coibente senza alcuna interferenza di organi metallici, ciò che ha grande importanza per assicurare alla cassa un buon grado d'isolamento;

2) quello di usare come parete esterna, in luogo di una foderinatura di legno, la stessa lamiera facente parte dell'ossatura metallica della casa, donde una note-

vole economia di manutenzione, le foderine di legno essendo soggette, a differenza della lamiera d'acciaio, a un rapido deterioramento;

3) quello di rendere agevole e rapido lo smontaggio e rimontaggio del rivestimento interno della cassa e dello strato isolante, che sono parti che richiedono di essere ispezionate con una certa frequenza ed eventualmente ricambiate: di qui un altro motivo di minor costo delle riparazioni.

Come materiale coibente si è usato l'ordinario agglomerato di sughero in lastre — prodotto eminentemente italiano — con agglomerante del tutto inodoro. Nelle varie parti della cassa detto agglomerato è disposto nel modo qui sotto indicato per ciascuna di esse.

Pareti laterali e di testa. — Alla lamiera esterna d'acciaio, che con i montanti forma la parte resistente della cassa, è addossato, dopo una sottile lama d'aria, un primo strato di 54 mm. di agglomerato di sughero, cui segue un tramezzo di sottile

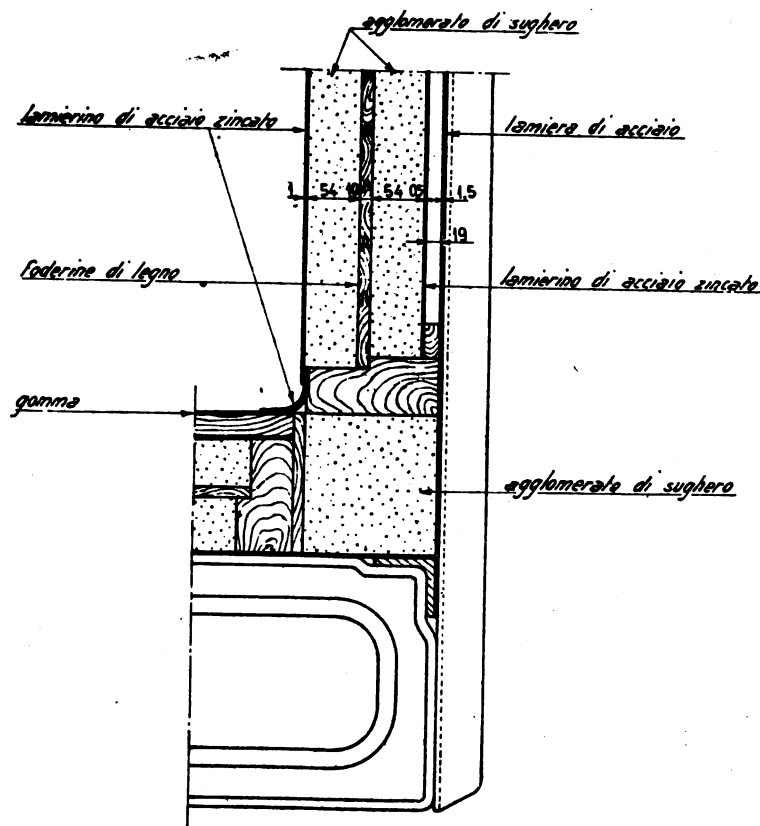



Fig. 2. — Pareti laterali - Sezione trasversale.

foderine di legno, e quindi un secondo strato di sughero pure di 54 mm. di spessore (vedi fig. 2). Per impedire qualsiasi infiltrazione d'aria attraverso le connettiture delle lastre di agglomerato, i due strati d'isolante sono racchiusi tra due lamierini continui di ferro zincato, di cui quello verso l'esterno di mm. 0,5 di spessore e quello verso l'interno di mm. 1. Quest'ultimo fa anche da rivestimento interno della cassa.

Nei carri di precedente costruzione per tappare le connettiture tra i pezzi di agglomerato si era sempre usato il cartone catramato; ma si era notato che per

l'umidità, che inevitabilmente penetra nell'interno delle pareti, questo materiale dopo qualche tempo si deteriora perdendo di efficacia. Per questo motivo si è preferito nei nuovi carri ricorrere ad un sottile lamierino metallico.

Il complesso sopradescritto è tenuto a posta da una incastellatura di legno fissata ai montanti metallici della cassa a mezzo di chiavarde, il cui dado è molto incassato nel legno e protetto da un tassella di legno allo scopo d'impedire che esse diventino delle zone di più facile trasmissione di calore dall'esterno verso l'interno (vedi fig. 3).

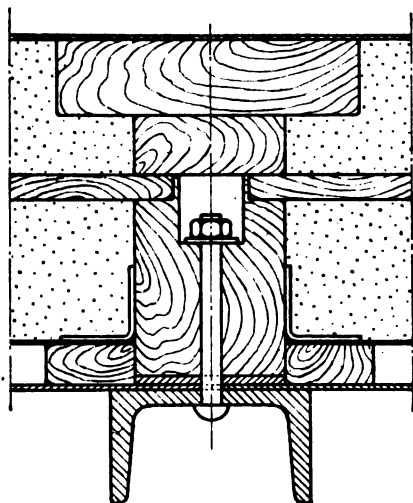



FIG. 3. — Disposizione delle chiavarde di fissazione dell'intelaiatura di legno all'ossatura metallica.

A questa stessa incastellatura di legno sono poi fissati all'interno della cassa dei regoli orizzontali su cui si possono appoggiare, disponendole trasversalmente al carro, delle tavole mobili per formare un piano di carico intermedio che permetta di dividere in due strati la merce caricata nel carro.

Gli angoli tra pareti laterali e pareti di testa, sono protetti internamente da penetrazioni di umidità o liquidi a mezzo di angolari di lamierino piegato, fissati con viti sull'incastellatura di legno.

Imperiale. — L'imperiale è costituito da una lamiera d'acciaio di mm. 1,5 di spessore piegata a schiena d'asino e inchiodata su un certo numero di centine metalliche formate da profilati ad L fissati alla longherina superiore delle pareti laterali.

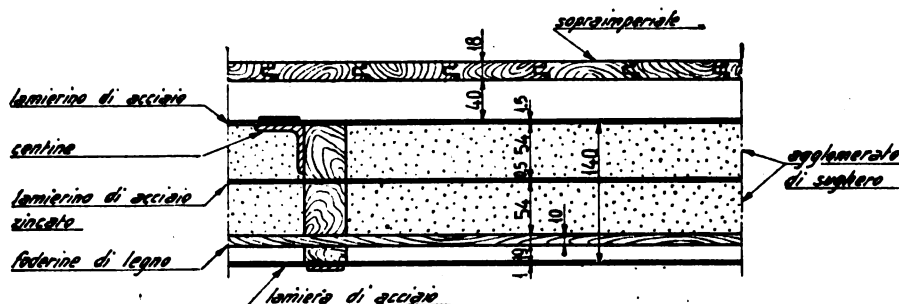



FIG. 4. — Imperiale - Sezione longitudinale.

A fianco delle centine sono fissate con bulloni delle controcentine di legno, alle quali è avvitato (vedi fig. 4) un lamierino di ferro zincato di 5/10 che regge un primo strato di agglomerato di sughero. Dette controcentine portano inferiormente altre centine di legno, alle quali è avvitato un tavolato di 10 mm. che regge un secondo strato di agglomerato. Infine a queste ultime centine, e distanziato da esse a mezzo di spessori di legno, è fissato un lamierino d'acciaio di 1 mm., che costituisce il cielo interno della cassa. L'imperiale è poi superiormente protetto da un controimperiale, costituito da un tavolato di legno, alla distanza di mm. 40 dall'imperiale.

Pavimento. — Anche qui (vedi fig. 5) abbiamo due strati di sughero di mm. 54 l'uno e di mm. 50 l'altro e tra di essi un tramezzo di sottili tavole di legno, il tutto racchiuso tra una lamiera inferiore continua di mm. 1,5 di spesore, inchiodata alle

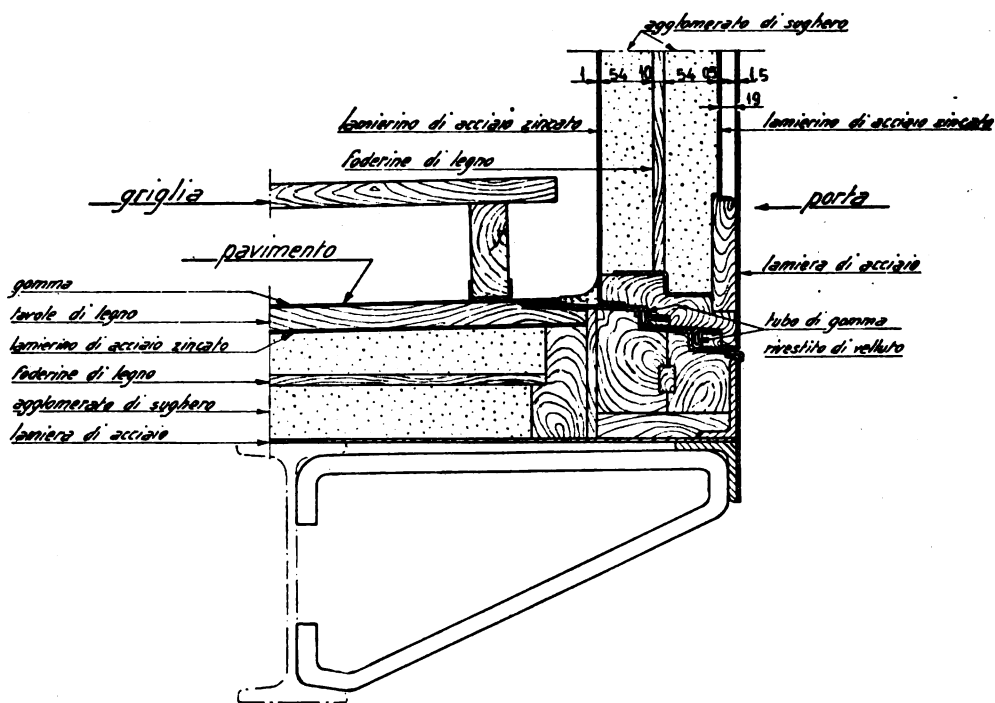



Fig. 5. — Pavimento e porta - Sezione trasversale.

membrature del telaio del carro, e un lamierino superiore di ferro zincato di 0,5 mm. di spessore. Il pavimento propriamente detto è costituito da un tavolato di legno, su cui, per evitare ogni possibilità di filtrazione di liquido, è disteso un tappeto di gomma, il cui bordo è risvoltato sulle pareti laterali e introdotto dietro la lamiera zincata costituente il rivestimento delle pareti laterali della cassa (vedi fig. 2).

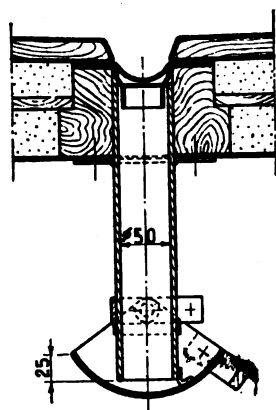



Fig. 6. — Scarichi del pavimento.

Per espellere i liquidi che possono colare dalla merce caricata nel carro e le acque di lavaggio, il pavimento ha una leggere pendenza verso un canalone longitudinale, disposto al centro del carro e munito di due scarichi ad egual distanza dalle pareti di testa. Tali scarichi (vedi fig. 6) sono costituiti semplicemente da un corto tubo verticale del diametro interno di mm. 50, che termina all'esterno con una specie di coppa cernierata lateralmente e tenuta ferma da un contrappeso. Il liquido che si raccoglie in essa, prima scaricare dai bordi della coppa, deve raggiungere un livello superiore alla bocca inferiore del tubo: si viene così a creare una chiusura idraulica permanente, che impedisce all'aria esterna di entrare nell'interno della cassa. D'altra parte, il tubo di scarico è sufficientemente largo per impedire che possa essere fa-

cilmente ostruito da materie solide. Ad ogni modo la verifica del regolare funzionamento degli scarichi e la loro pulizia possono facilmente eseguirsi dall'esterno in qualsiasi momento e senza bisogno di entrare nel carro. Ciò si è dimostrato nell'uso pratico di grande utilità.

Affinchè la merce non possa essere alterata dall'umidità e dai liquidi che, colando dalla merce stessa, si raccolgono sul pavimento, su questo è collocata una gri-

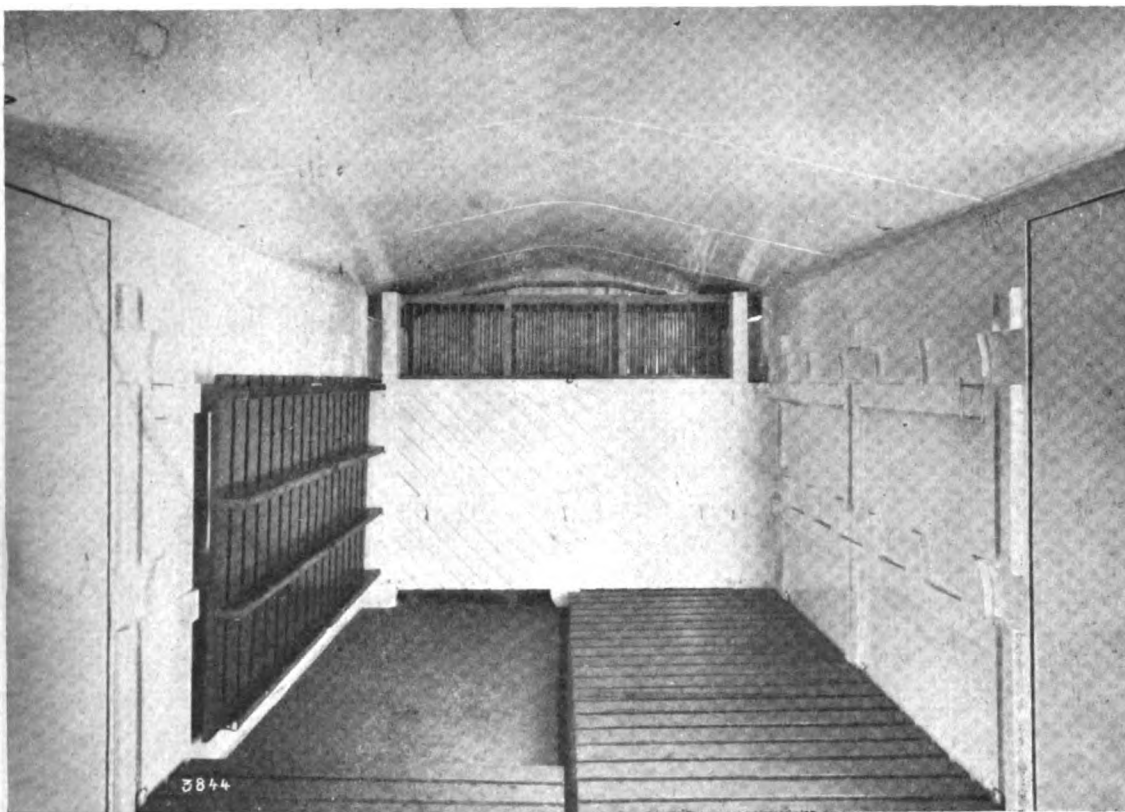



Fig. 7. — Interno del carro.

glia, che costituisce l'effettivo piano di carico del carro. Tale griglia è divisa in sei parti, cernierate contro le pareti laterali (vedi fig. 7), così da poter agevolmente essere sollevate in posizione verticale, come è necessario per eseguire una buona pulizia del pavimento stesso. Lo spazio libero che rimane tra il pavimento e la griglia è molto utile anche per la circolazione d'aria durante il viaggio e per la prerefrigerazione.

Nel mezzo di ognuna delle pareti laterali è praticata una porta a due battenti, con vano utile di mm. 1210 di larghezza e di mm. 1850 di altezza. L'orlo dei battenti e del vano-porta è profilato a doppio gradino ed ogni gradino dei due battenti è munito di una guarnizione (vedi fig. 5) costituita da un tubicino di gomma, rivestito di velluto, che, schiacciandosi contro il corrispondente gradino del vano-porta, ne assicura l'ermeticità. Analoga disposizione è usata pure per gli sportelli di chiusura delle portelle di caricamento del ghiaccio.

Tanto i battenti delle due porte laterali, quanto questi sportelli, sono provvisti di un doppio strato d'isolante dello spessore complessivo di mm. 108.

* * *

Con i sopradescritti provvedimenti è stato possibile raggiungere un elevatissimo grado d'isolamento. Il coefficiente di trasmissione termica della cassa dei nuovi carri — determinato misurando l'energia assorbita da alcune resistenze elettriche disposte all'interno della cassa per un certo tempo, durante il quale tra l'interno e l'esterno è mantenuto un salto di temperatura costante, la temperatura dell'ambiente in cui trovasi il carro essendo a sua volta tenuta costante — è risultato infatti di 0,47 grandi calorie per metro quadrato della media geometrica delle superfici interna ed esterna della cassa, per ora e per un grado di differenza tra la temperatura interna e quella esterna. Nei carri a struttura metallica di precedente costruzione il coefficiente di trasmissione, misurato nello stesso modo, era risultato invece di 0,67 G.C. ora/m^2/1°C; valore peraltro — è bene notarlo — ancora buono e più che sufficiente per la maggior parte delle spedizioni che possono presentarsi in pratica.

Per la refrigerazione e la prerefrigerazione è utilizzato anche in questi carri il ghiaccio ordinario. A tal uopo verso le estremità della cassa e per tutta la larghezza trovansi due gabbie capaci di mantenere ognuna circa 1500 Kg. di ghiaccio. Il carico di questo vien fatto da portelle praticate sulle pareti laterali del carro, una per parte, e chiudibili con sportelli girevoli di 180°. È così evitata la necessità di salire sull'imperiale del carro per rifornirlo di ghiaccio, ciò che sarebbe oltremodo pericoloso sulle linee elettrificate con presa aerea di corrente.

Le gabbie per il ghiaccio sono chiuse in basso da un fondo di lamiera, che raccoglie l'acqua di fusione e la conduce fuori del carro a mezzo di due scarichi del tutto identici a quelli del pavimento sopradescritto.

Per non tenere la merce a contatto del ghiaccio, davanti a ciascuna gabbia, per tutta la larghezza del carro, è disposta una parete di legno, la cui parte inferiore è costituita da una griglia per permettere all'aria, refrigeratasi attraverso la ghiacciaia, di diffondersi nel carro. Tale griglia è facilmente smontabile per poter di tanto in tanto ispezionare il fondo della ghiacciaia, dove si accumulano le impurità frammiste al ghiaccio.

Come per la maggior parte degli altri carri refrigeranti F.S., così anche per questi la prerefrigerazione può essere fatta in stazione a mezzo di gruppi elettroaspiratori mobili collocati sopra le gabbie per il ghiaccio. A tal uopo, le portelle di caricamento del ghiaccio hanno dimensioni tali da permettere, ultimato il caricamento del ghiaccio, l'introduzione dei suddetti gruppi attraverso le portelle stesse, e i relativi sportelli portano delle prese di corrente per condurre ai gruppi elettroaspiratori l'energia necessaria al loro funzionamento. Messi in moto, gli aspiratori obbligano l'aria ad attraversare dal basso verso l'alto tutta la massa di ghiaccio, a cui, talvolta, per aumentare l'effetto refrigerante, si aggiunge anche del sale. Così fortemente raffreddata e seccata, l'aria è proiettata al di sopra del carico e, richiamata dalla depressione che gli aspiratori generano nella parte bassa del carro, ridiscende attraverso la merce, sottraendole calore. Si crea così un'intensa circolazione d'aria refrigerante, molto più attiva di quella che normalmente si stabilisce nel carro, in senso opposto, per la semplice presenza del ghiaccio nelle ghiacciaie e che, da sola, chiederebbe un tempo assai maggiore per portare la merce alla temperatura necessa-

ria per mantenerla per diversi giorni in buone condizioni di conservazione, se essa vi è caricata senza un preventivo raffreddamento in una cella frigorifera.

* * *

Tutti i nuovi carri non hanno freno a mano; sono invece muniti di freno continuo automatico Breda con dispositivo « Vuoto-Carico » che permette di variare il peso frenato dal freno automatico a seconda che il carro è vuoto o carico oltre un certo limite, e di dispositivo « Merci-Viaggiatori », che permette di variare il regime di frenatura in modo da renderlo adatto tanto per i treni viaggiatori che per i treni merci.

Per una elevata percentuale i nuovi carri sono inoltre muniti di condotta del riscaldamento a vapore, dei relativi accoppiamenti metallici fissi e di raccordi per la eventuale applicazione degli accoppiamenti mobili del riscaldamento a vapore; requisiti tutti necessari per poterli mettere in composizione anche a treni viaggiatori.

I temi della IV riunione internazionale della rotaia.

Nella seconda metà di settembre viene tenuta a Düsseldorf la 4ª riunione internazionale della rotaia.

Nella seduta inaugurale del 19 settembre vi saranno due comunicazioni: una sull'importanza delle strade ferrate per il traffico; l'altra sulle rotaie come lavoro metallurgico.

Per i giorni successivi sono fissate le sedute dedicate a diversi argomenti, come indichiamo di seguito, dando per ognuna i titoli delle comunicazioni previste.

I. — Tensioni nella rotaia e loro effetti.

1) Valore delle tensioni proprie nelle diverse rotaie trattate.
2) Le vere cause e caratteristiche dell'incurvamento di un binario continuo in rettifilo.
3) Il binario ferroviario considerato sotto il punto di vista della sicurezza contro l'incurvamento.
4) L'effetto sull'armamento delle tensioni che si verificano nelle ferrovie a rotaie lunghe Vignole.

II. — Usura.

1) Teoria dell'usura meccanica.
2) L'influenza delle condizioni sperimentali nella prova d'usura.
3) Esperienze di logoramento sopra acciai da rotaie e da cerchioni.
4) Esame radio-grafico del metallo della superficie di scorrimento.
5) L'usura della superficie di scorrimento delle rotaie tramviarie.
6) Ricerche su rotaie striate.

III. — Esperienze d'esercizio.

1) La statistica delle rotture di rotaie presso la Reichsbahn.
2) Resilienza di rotaie ferroviarie rotte in esercizio.
3) Che cosa c'insegna una statistica di 25 anni sul periodo di servizio utile delle rotaie?
4) Esperienze di esercizio con le rotaie dei binari tramviari.

IV. — Prove e collaudo.

1) Prove eseguite nel laboratorio ed esperienze su rotaie semplici, compound e trattate termicamente.
2) Prove di collaudo adatte per rotaie.
3) Sul confronto numerico della segregazione in profili laminati.

(Continua a pag. 186)

Le gru
nelle sottostazioni di conversione a corrente continua a 3 kV.

Ing. G. CAVALLINI, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

(*Vedi Tav. V fuori testo*)

Riassunto. — **Premessa una enumerazione dei vari tipi di gru impiegati nelle sottostazioni di conversione a corrente continua 3 kV ed una esposizione dei principali dati caratteristici delle stesse gru, si descrivono i singoli organi con riguardo alla struttura, alla manovra ed alla sicurezza, e si illustrano le principali prescrizioni del Capitolato in base al quale sono costruiti tali meccanismi. Si accenna alle prove di collaudo in opera delle gru, e, in appendice, si riporta uno schema di calcolo relativo ai principali organi costituenti le gru.**

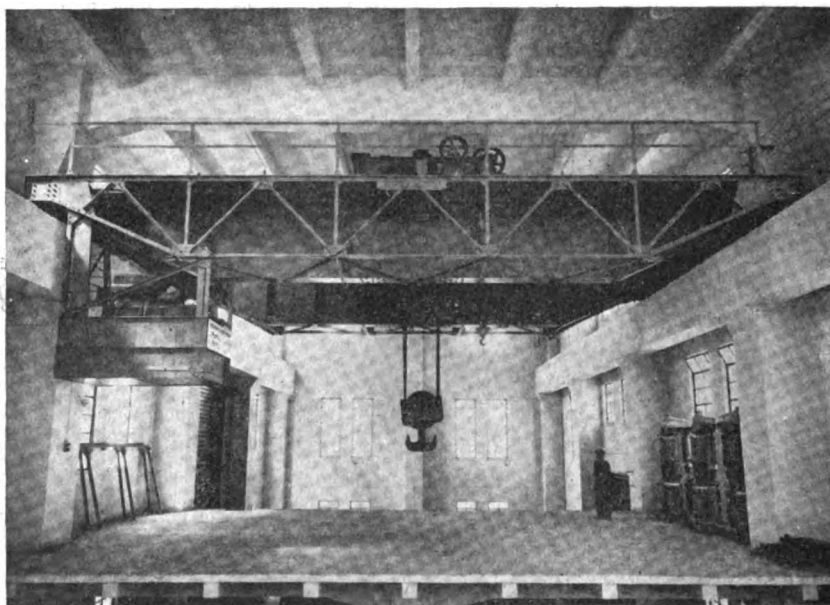



FIG. 1. — Gru a carrello argano da 100 T.

I. — INTRODUZIONE.

Le gru installate nelle sottostazioni di conversione a corrente continua a 3 kV hanno il compito di consentire le operazioni di montaggio e di revisione del macchinario elettrico.

Data l'importanza di tale compito, la progettazione, le calcolazioni e la fabbricazione delle gru sono state disciplinate da un rigoroso Capitolato tecnico speciale.

Nella compilazione del Capitolato si è tenuta presente la necessità che le gru delle sottostazioni siano di funzionamento semplice e sicuro, dovendo essere manovrate da personale non specializzato, e dovendo essere pronte ed efficienti in qualsiasi momento, e ciò quantunque, di norma, per le gru delle sottostazioni, i periodi di lavoro siano separati da lunghi mesi di inattività, durante i quali le gru sono abbandonate.

Non potrebbe infatti concepirsi che le operazioni di smontaggio, in seguito a guasto, di un macchinario elettrico delle sottostazioni venissero ritardate dalla necessità di effettuare una revisione preliminare, o peggio una riparazione della gru.

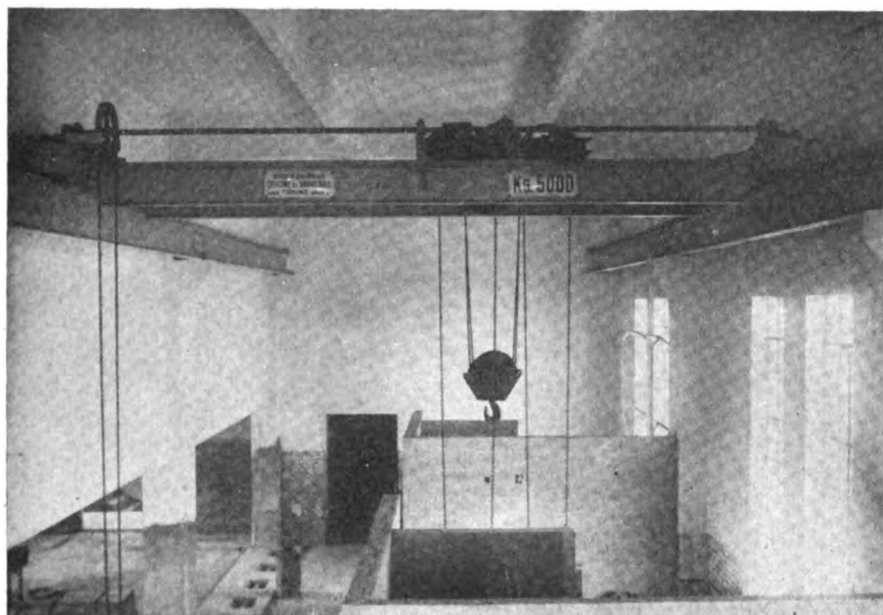



FIG. 2. — Gru a mano da 5 T.

Le gru costruite secondo il Capitolato in questione hanno pienamente corrisposto alle particolari esigenze del servizio al quale sono destinate. Non sono stati lamentati inconvenienti degni di nota, quantunque il numero delle gru installate abbia già di parecchio sorpassato il centinaio.

Le gru installate nelle Sottostazioni possono essere raggruppate nei seguenti tipi fondamentali:

1) Gru per i locali dei cilindri raddrizzatori: sono gru a ponte mobile e carrello argano, aventi portata pari a 5 T., luce del ponte pari a 5 m. ed altezza di sollevamento di m. 8,50 (v. fig. 2).

Tutte le manovre sono eseguibili soltanto a mano, dal basso, mediante catene calibrate.

2) Gru per il servizio dei trasformatori: sono gru a ponte mobile ed argano fisso sulla mezzeria del ponte, aventi portate variabili da 40 a 110 T., luce del ponte pari a m. 5,90 ed altezza di sollevamento da m. 10,50 a m. 14,50 (v. fig. 3).

La manovra di sollevamento è eseguibile tanto a mano, dal basso, mediante catena senza fine, quanto a mezzo di motore elettrico comandato dal basso mediante due catenelle munite di impugnatura.

La manovra di traslazione del ponte è eseguita a mano, dal basso, mediante catena calibrata.

Le gru sono provviste di un paranco ausiliario, da 4 T, mobile su una trave portata da una delle travi principali del carro ponte.

3) Gru per i locali dei sincroni, che servono anche per i grandi trasformatori di interconnessione. Sono gru a ponte mobile e carrello argano, aventi portate va-

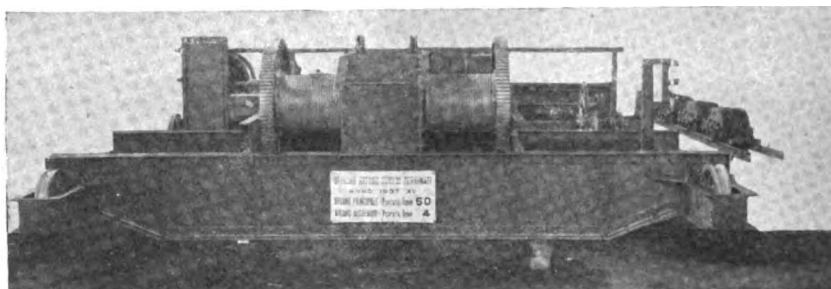



Fig. 3. — Gru ad argano fisso da 50 T.

riabili da 25 T. a 120 T., luce del ponte da m. 10 circa a m. 12 circa, ed altezza di sollevamento da m. 7,50 a m. 12 (v. fig. 1).

Tutte le manovre sono eseguibili così a mano, dal basso, mediante catene calibrate, come elettricamente, a mezzo di tre motori elettrici comandati da una cabina portata dal carro ponte.

Le gru sono provviste di un paranco ausiliario da 4 T., analogamente a quelle del secondo tipo.

Nella tabella I sono riassunte le caratteristiche principali dei vari tipi di gru.

Il peso delle gru di uno stesso tipo, e costruite per la stessa portata, secondo un unico Capitolato tecnico, varia moltissimo a seconda dei vari costruttori.

Nella fig. 4 (curva 4) è possibile riscontrare che il rapporto fra il peso più alto ed il peso più basso di una serie di offerte per una gru da 120 T. è risultato uguale a circa 1,7.

Un rapporto così elevato fa pensare che alcuni costruttori diano al problema una impostazione errata, probabilmente per non abbandonare tipi di costruzione che, pure essendo normali per le lero Officine, non sono però adatti allo scopo speciale cui sono destinate le gru nelle sottostazioni.

In media, il peso delle gru installate nelle sottostazioni varia con la portata delle gru secondo le curve della fig. 5.

II. — Caratteristiche costruttive.

Tutte le gru, anche quelle per le portate maggiori, debbono potersi manovrare a mano.

Infatti, durante il montaggio delle Sottostazioni, non si dispone di energia elettrica.

I meccanismi da manovrare a mano sono calcolati per le seguenti ipotesi:

— Impiego di non più di due uomini;

— Sforzo massimo di trazione che ogni uomo può esercitare sulla catena di manovra: Kg. 25;

— Velocità della catena di manovra 30 m/1'.

FIG. 4.

PESO T

PORTATA T.

(1) GRU LUCE m.5,20 (MANOVRA A MANO)

(2) ,, ,, m.5,90 (PARANCO FISSO)

(3) ,, ,, m. 11 ÷ 12 (CARRELLO ARGANO)

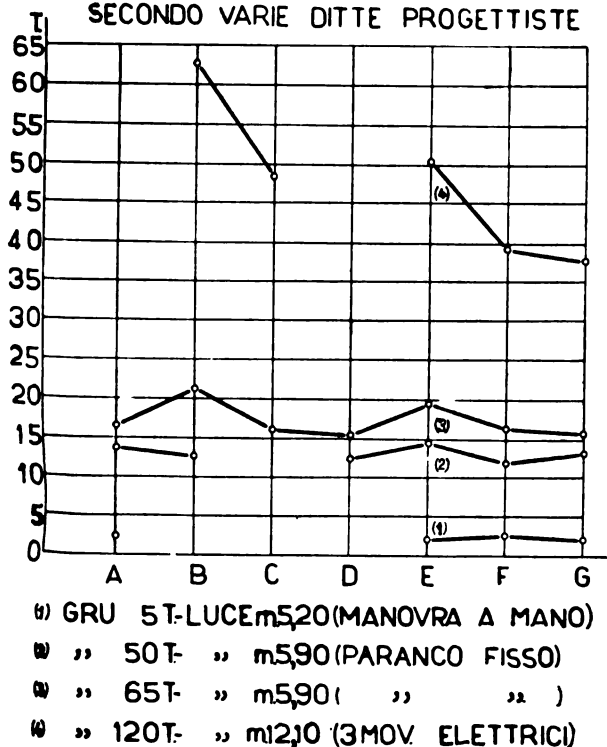
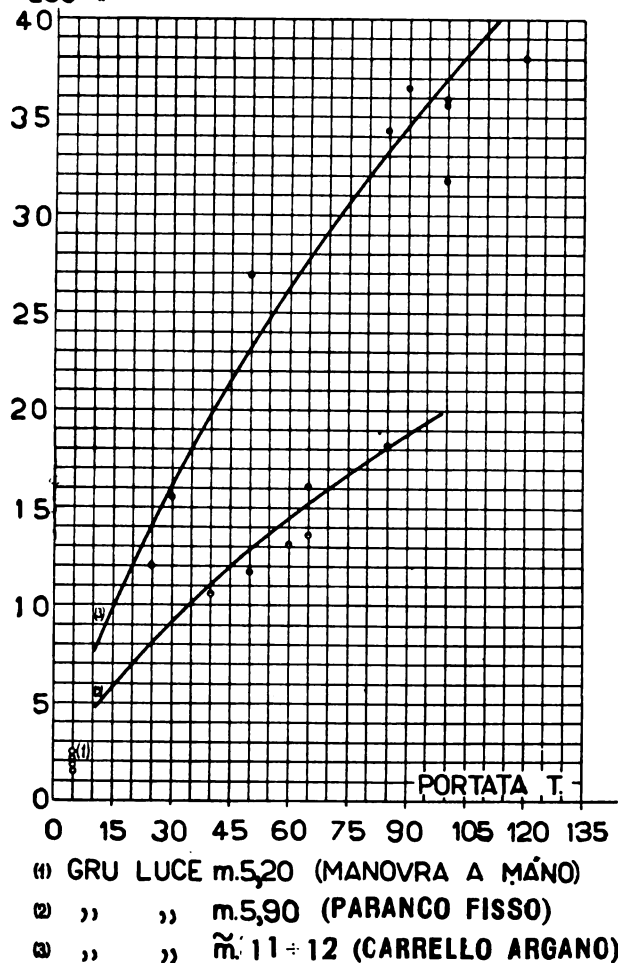



FIG. 5. — Peso di gru di vari tipi in funzione della portata.

Come conseguenza si è cercato di ottenere il massimo possibile rendimento dei meccanismi (1).

A questo scopo sono stati adottati i seguenti provvedimenti:

a) Abolizione dei riduttori a vite senza fine, e adozione di riduttori ad ingranaggi cilindrici;

b) Adozione di cuscinetti a rotolamento a sfere o a rulli per tutti indistintamente i supporti di organi ruotanti.

(1) Qualora per il sollevamento del carico, si disponga della energia di due uomini, supponendo che tali due uomini possano esercitare alla catena di manovra uno sforzo globale di Kg. 50 con uno svolgimento utile di catena pari a 30 m. al minuto primo, si ha una potenza motrice di 1500 Kgm/1'.

Nell'ipotesi che il rendimento dell'argano sia uguale a 0,7, la velocità di sollevamento ottenibile, ad es., per il carico di 60 T., è di soli 1,75 centimetri al minuto primo, cioè il carico si solleverà all'incirca di un metro per ogni ora di lavoro.

Con questa disposizione, oltre a migliorare notevolmente il rendimento, si ottiene anche il vantaggio di eliminare quasi del tutto la necessità di rifornire periodicamente di lubrificante i cuscinetti, vantaggio che è sensibile per le gru in oggetto,

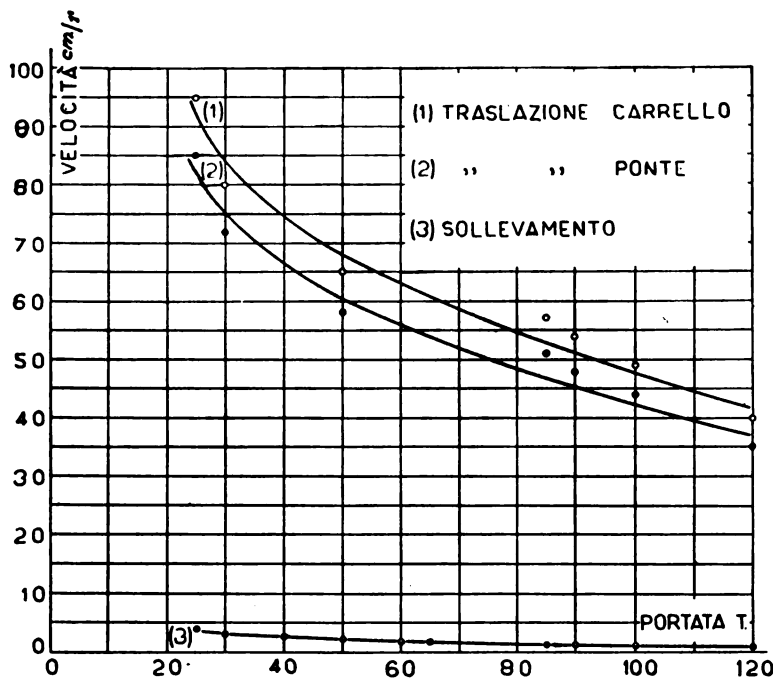



Fig. 6. — Velocità ottenibili nelle gru con manovra a mano.
(Forze applicate e velocità delle catene di manovra come nella Tabella I).

per le quali, in generale, brevi periodi di lavoro sono alternati con lunghi intervalli di riposo.

Malgrado questi accorgimenti per migliorare il rendimento, le velocità di manovra a mano sono sempre piuttosto basse (v. fig. 6).

III. — Le carpenterie metalliche.

Le carpenterie del carro ponte e del carrello argano delle gru sono costituite con ferri profilati e con lamiere, chiodati ovvero saldati fra loro.

I carri ponti delle gru per portate fino a 70 T. sono montati su quattro ruote; quelli per gru di portate superiori sono montati su otto ruote. In quest'ultimo caso i carri ponte sono snodati, ovvero le ruote sono montate due a due su bilancieri articolati, in modo da ripartire il carico totale uniformemente fra le ruote portanti.

In tutti i casi due delle ruote portanti sono motrici.

Nella Tabella I sono riportati i passi relativi ai rodiggi di vari tipi di gru.

L'albero longitudinale che aziona le ruote motrici riceve il moto da una corona disposta sulla sua mezzeria, in modo da ottenere l'uguaglianza delle deformazioni di torsione per le due parti dello stesso albero longitudinale.

Il calcolo dei ponti è fatto per la posizione più sfavorevole del carico, e considerando anche le sollecitazioni dinamiche dovute ad un frenamento brusco o ad una brusca accelerazione dello stesso carico.

TABELLA I.

Tipo	Portata	Luce	Altezza di sollevamento	Larghezza del ponte	Numero delle ruote del ponte	Interassi fra le ruote del ponte	Distanza minima del gancio		Potenza dei motori elettrici e velocità ottenibili						Sforzo per la manovra a mano e velocità ottenibili					
							dalle pareti di estremità	dalle pareti laterali	sollevamento		traslaz. ponte		traslaz. carrello		sollevamento		traslaz. ponte		traslaz. carrello	
	T.	m.	m.	m.		mm.	m.	m.	HP.	m/1′	HP.	m/1′	HP.	m/1′	Kg.	cm/1′	Kg.	cm/1′	Kg.	cm/1′
Manovra a mano	5	5,00	8,50	2,60	4	2200	1,80	1,05	—	—	—	—	—	—	15	15 (*)	13	500 (*)	15	300 (*)
Paranco elettrico fisso	40	5,90	10,50	4,15	4	3200	2,60	—	8	0,50	—	—	—	—	50	2,5	10	65	—	—
	50	5,90	10,50	4,20	4	3000	2,60	—	10	0,50	—	—	—	—	50	2	20	65	—	—
	60	5,90	10,50	4,60	4	3240	2,80	—	12	0,50	—	—	—	—	50	1,7	20	65	—	—
	65	5,90	10,50	4,50	4	3240	2,75	—	12	0,50	—	—	—	—	50	1,5	30	60	—	—
	85	5,90	11,50	4,55	4	3600	2,80	—	15	0,50	—	—	—	—	50	1,2	30	60	—	—
Carrello argano (tre movimenti com. elettr.)	25	10,10	7,50	3,10	4	2400	2,05	1,40	9	1,20	1,5	10	1	6	50	4	15	85	15	95
	30	10,50	7,50	3,70	4	2810	2,35	2,05	12,6	1,20	1,5	10	1	6	50	3	15	72	15	80
	50	12,10	10,00	5,15	4	3800	3,10	2,25	20	1,20	2	10	1	6	50	2	20	58	20	65
	85	12,60	11,50	6,10	8	1200–2500–1200	3,55	2,35	34	1,20	4,5	10	2	6	50	1,2	30	51	30	57
	90	11,50	12,00	5,94	8	1000–1580–1000	3,50	2,20	36	1,20	4,5	10	2,5	6	50	1,1	30	48	30	54
	100	12,10	9,10	5,60	8	1200–2440–1200	3,30	2,30	41	1,20	5	10	2,2	6	50	0,9	30	44	30	49
	120	12,10	9,60	5,65	8	940–2510–940	3,30	1,80	50	1,20	6	10	2,8	6	50	0,7	30	35	30	40

(*) Velocità della catena di manovra = 20 m/1′

Si verifica anche la freccia delle travi principali, sotto il carico normale e sotto il carico di prova. Il calcolo relativo può essere fatto più speditamente per via grafica (2).

L'ingombro delle gru è assegnato, per i diversi tipi, secondo le sagome indicate nella Tav. V.

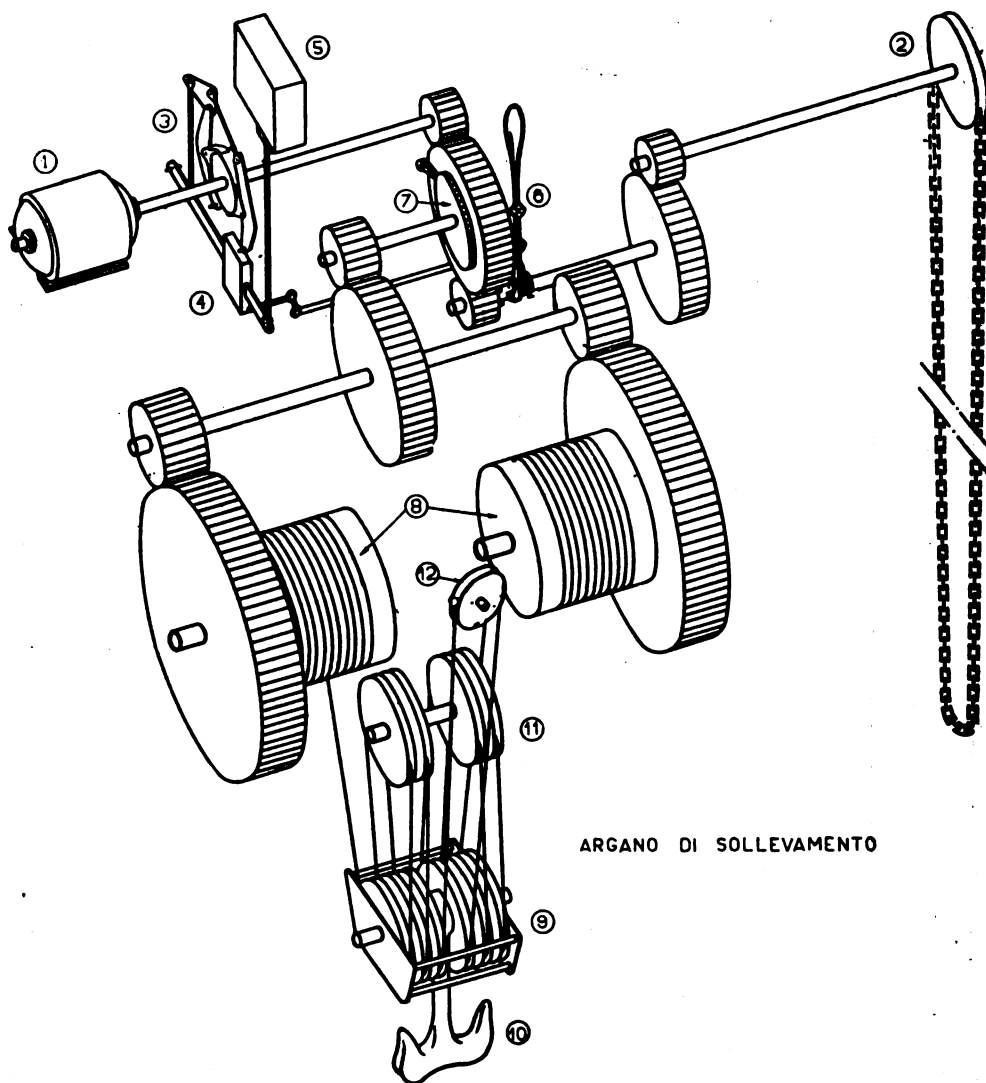



FIG. 7. — Argano di sollevamento.
1) Motore elettrico. — 2) Carrucola di manovra. — 3) Freno a ceppi. — 4) Peso del freno. — 5) Elettromagnete del freno. — 6) Leva del disgiuntore. — 7) Freno a vite. — 8) Tamburi. — 9) Carrucole mobili. — 10) Gancio. — 11) Carrucole fisse. — 12) Capo fisso.

Si noterà che, in generale, si ha una altezza limitata fra il piano di posa delle vie di corsa ed il filo inferiore delle travi del solaio, e che il gancio sale fino ad una quota di poco inferiore a quella del piano di posa delle vie di corsa.

---

(2) V. MÜLLER e BRESLAU: *La scienza delle costruzioni*. Traduzione italiana Ediz. Hoepli, vol. III, pagg. 13-16.
V. anche Appendice.

Questo, mentre consente di ridurre l'altezza del fabbricato, costringe però a svolgere la costruzione dell'argano in senso orizzontale, e quindi fa aumentare alquanto la larghezza del ponte (e di conseguenza anche la minima distanza delle pareti alla quale è possibile portare il gancio) e in definitiva appesantisce la gru.

Si dovrà quindi istituire volta per volta un calcolo di minima spesa, per trovare fino a qual punto risulti conveniente di abbassare il solaio e le travi di scorrimento del fabbricato, tenendo presente la necessità di aumentare in conseguenza la larghezza del carro ponte e quindi anche la lunghezza del fabbricato gru.

IV. — L'ARGANO DI SOLLEVAMENTO.

Come già si è visto, nell'argano di sollevamento è soltanto ammesso l'impiego di ingranaggi cilindrici, mentre è assolutamente escluso l'impiego di riduttori a vite

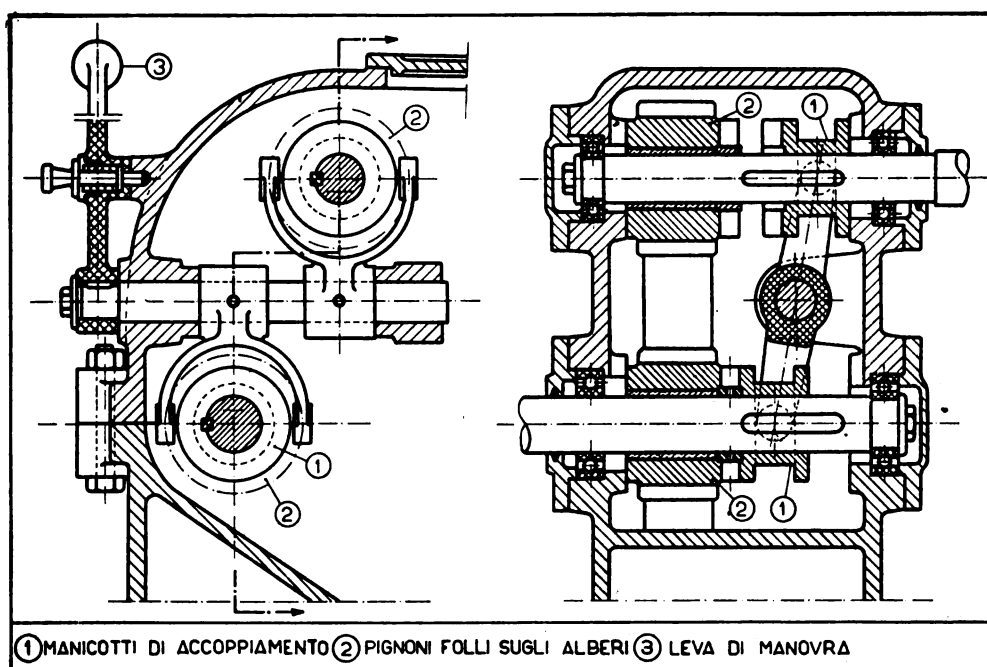



FIG. 8. — Disgiuntore doppio.

senza fine, a causa del loro basso rendimento ed in vista della necessità di eseguire manovre manuali.

La corda di acciaio è continua, e forma due tiri aventi il loro punto comune su una carrucola di compenso (capo fisso) (v. fig. 7).

Per ottenere il passaggio dalla manovra elettrica a quella a mano, e viceversa, sono state adottate due soluzioni.

Con la prima (v. fig. 8) è previsto un disgiuntore doppio, ad ingranaggi sempre in presa, tale da rendere solidale con un albero comune un pignone del riduttore azionato dal motore elettrico ovvero un pignone azionato dalla carrucola su cui si avvolge la catena senza fine per la manovra a mano.

Con la seconda soluzione, invece (v. fig. 9) il motore ed il suo riduttore sono sempre solidali con i tamburi, ed il disgiuntore, che in questo caso è semplice, ha soltanto la funzione di rendere solidale il pignone della manovra a mano con il proprio albero.

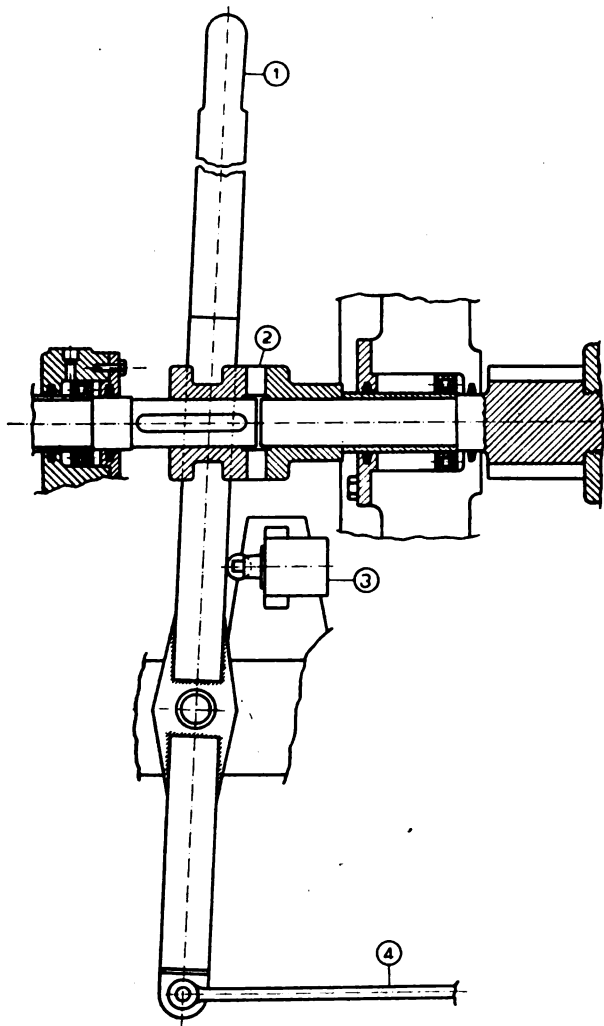



Fig. 9. — Disgiuntore semplice.
1) Leva di manovra. — 2) Giunto a denti. — 3) Interruttore di sicurezza. 4) Asta di accoppiamento.

Mentre quindi, con questa seconda soluzione, il motore, durante la manovra e mano, è trascinato nella rotazione, con la prima soluzione, invece, il motore rimane fermo durante la manovra a mano.

L'adozione dell'una o dell'altra soluzione porta a dovere considerare particolari accorgimenti per l'installazione dei freni, come si vedrà al Capo VI.

Nelle figure 10 e 11 sono visibili le disposizioni adottate per i meccanismi di traslazione del ponte e del carrello argano.

Nelle gru con manovra elettrica le prime due coppie di ingranaggi sono disposte in un carter in bagno di olio, carter che contiene anche il disgiuntore.

Allo scopo di evitare che le particelle metalliche prodotte dal logorio degli ingranaggi vadano a deteriorare i cuscinetti a sfere del carter, la lubrificazione degli ingranaggi del carter è tenuta separata da quella dei cuscinetti a sfere che sopportano gli alberi del riduttore.

A questo scopo i vari costruttori adoperano diverse disposizioni, che sono schematicamente rappresentate nella fig. 12.

La disposizione della fig. 12-*a* consente un allineamento preciso dei due fori di alloggiamento dei cuscinetti di ogni asse. Però il montaggio degli anelli interni *ai*, in qualche caso, può riuscire piuttosto laborioso.

La disposizione della fig. 12-*b* non consente l'alesaggio contemporaneo dei due fori di alloggiamento dei cuscinetti di uno stesso albero. Quindi, è consigliabile, adottando questa disposizione, di montare cuscinetti del tipo oscillante.

La disposizione della fig. 12-*c* consente una buona lavorazione dei fori, come la disposizione 5-*a*, e permette un montaggio facile delle bussole *bi*. Richiede però una lavorazione assai precisa e l'uso di guarnizioni *g* ad evitare perdite di olio dal carter.

Il calcolo degli argani è eseguito tenendo conto delle coppie di spunto dei motori e dell'inerzia delle masse.

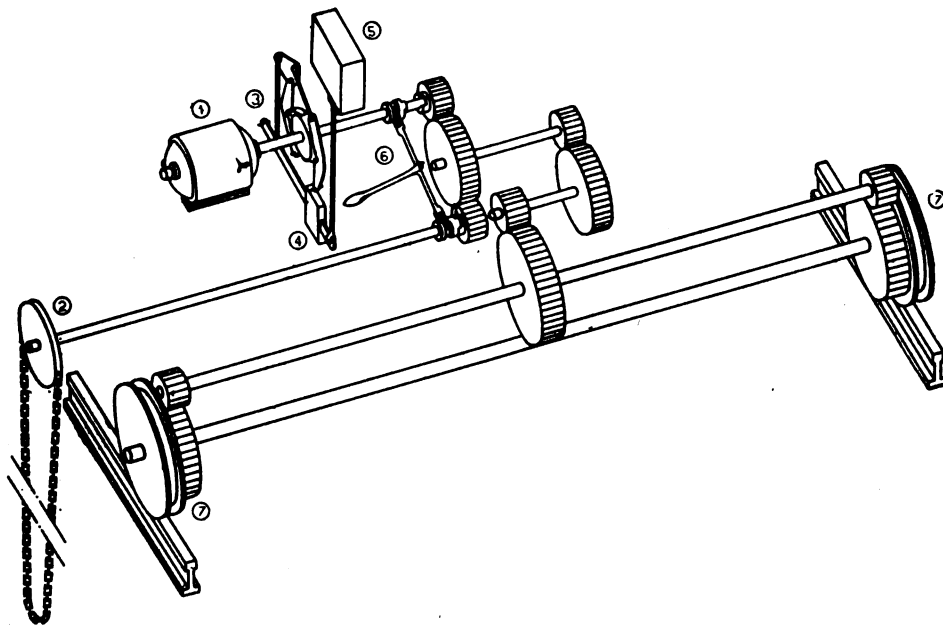



FIG. 10. — Meccanismi di traslazione del ponte.
1) Motore elettrico. — 2) Carrucola di manovra. — 3-4-5) Freno elettromagnetico.
6) Disgiuntore. — 7) Ruote motrici.

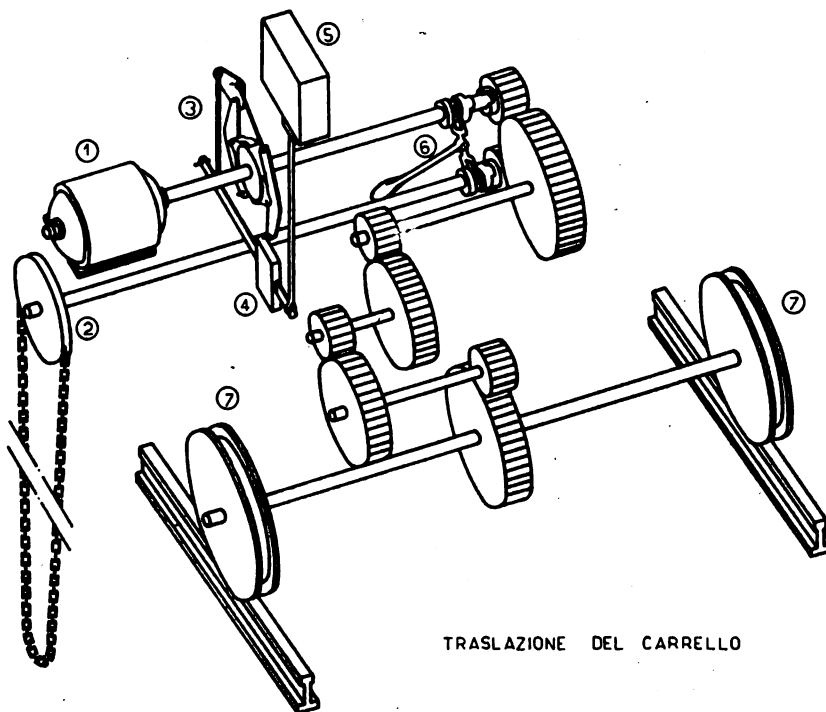



FIG. 11. — Meccanismi di traslazione del carrello argano.
1) Motore elettrico. — 2) Carrucola di manovra. — 3-4-5) Freno elettromagnetico.
6) Disgiuntore. — 7) Ruote motrici.

Nel calcolo di verifica degli ingranaggi si tiene conto delle effettive dimensioni del dente in funzione del numero dei denti dell'ingranaggio e dell'angolo della dentatura con una formola del tipo

$$\sigma = \frac{P\,y}{p\,b}$$

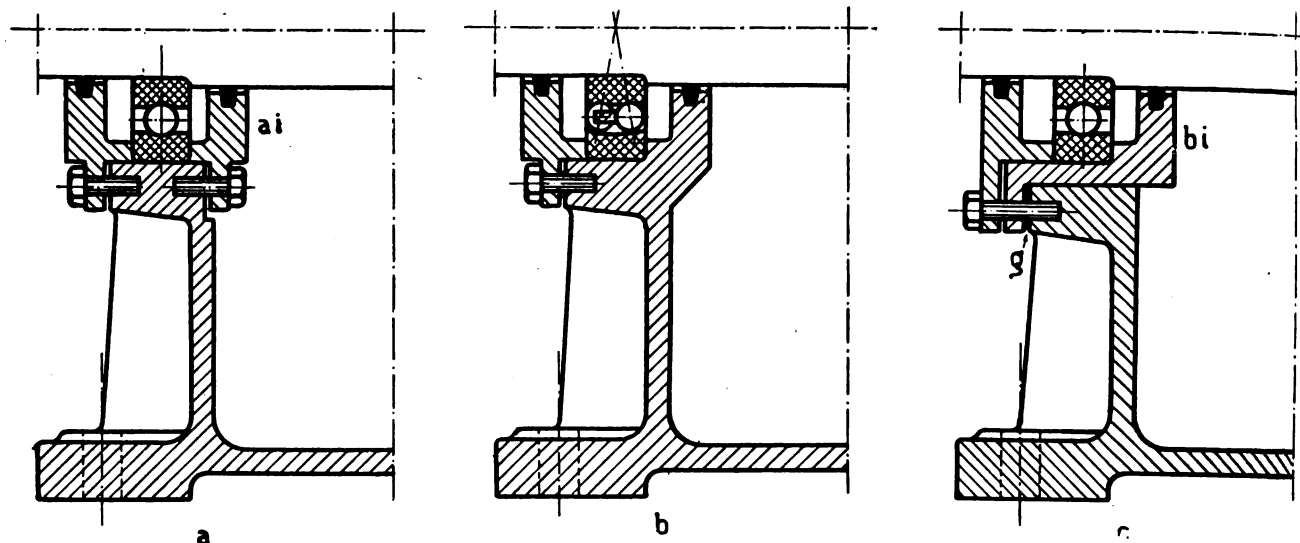



FIG. 12. — Separazione fra la lubrificazione del carter e quella dei relativi cuscinetti.

nella quale la sollecitazione in Kg/mmq è data in funzione dello sforzo periferico *P* in Kg., del passo *p* in mm., della larghezza del dente *b*, pure in mm., e del coefficiente *y* ricavabile dalle curve della fig. 13.

Nell'argano di sollevamento, all'avviamento in salita del carico normale, si suppone nullo l'allungamento istantaneo dovuto all'elasticità delle corde.

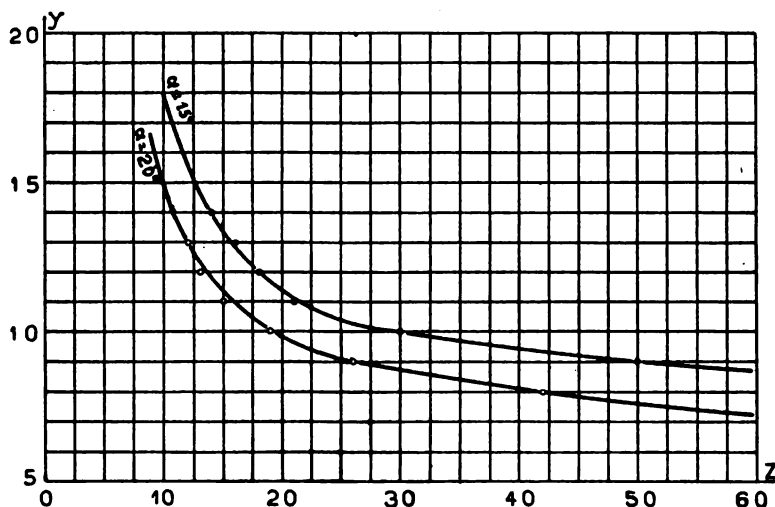



FIG. 13. — Valori del coefficiente y per diversi valori del numero dei denti e per $\alpha = 15^\circ$ ed $\alpha = 20^\circ$.

Allo scopo di limitare gli sforzi ai quali sono soggette le corde dell'argano di sollevamento, le carrucole ed i tamburi hanno diametri non inferiori al più grande dei due seguenti valori:

25 volte il diametro della corda;
500 volte il diametro del filo elementare.

La carrucola formante capo fisso ha un diametro minimo dato dal più grande dei due valori:

10 volte il diametro della corda;
200 volte il diametro del filo elementare.

La corda deve avvolgersi sulle carrucole e sui tamburi curvandosi sempre in un unico senso; vale a dire che sono esclusi gli avvolgimenti « ad S » della corda stessa. Questa prescrizione è importante (v. nota 3) allo scopo di non impiegare corde di diametro eccessivo.

Nel calcolo della corda dell'argano di sollevamento si tiene conto degli attriti nei cuscinetti e nelle carrucole, e delle sollecitazioni di flessione delle corde.

Il coefficiente di sicurezza si tiene uguale a 5 (3).

---

(3) Il coefficiente di sicurezza apparente, rispetto alle sole sollecitazioni di trazione, risulta uguale o superiore al coefficiente 8 prescritto dall'Ordine di Servizio n. 225 pubblicato a pag. 579 del « Bollettino Ufficiale delle Ferrovie dello Stato », n. 43, del 26 ottobre 1933-XI.

La sollecitazione unitaria totale della corda risulta infatti:

$$K = K_t + K_f$$

dove la sollecitazione di trazione è:

$$K_t = \frac{S}{\frac{1}{4}\pi\delta^2 i}$$

e la sollecitazione di flessione (v. HÜTTE, 2ª ediz. italiana, vol. II, parte II, pag. 978) e:

$$K_f = cE\frac{\delta}{D}$$

In queste formole:

S = carico statico più effetto dinamico in Kg.;
δ = diametro del filo elementare della corda, in mm.;
i = numero dei fili della corda;
E = modulo di elasticità in Kg/mmq. (si assume E = 21500);
D = diametro del tamburo o delle carrucole, in mm.;
c = coefficiente uguale a 0,5 per corde a senso unico di curvatura, ed uguale invece ad 1 per corde con curvatura ad S. (La curvatura ad S della corda raddoppia quindi la sollecitazione di flessione).

A parità di carico di rottura R dei fili costituenti la corda, ed a parità di coefficiente di sicurezza s, poichè si ha:

$$K_t = K - K_f$$

$$K = \frac{R}{s}$$

e inoltre, poichè la sollecitazione a flessione K_f dipende soltanto dal rapporto $\frac{\delta}{D}$ mentre è indipendente dal carico S, ne consegue che anche la sezione di corda, che, per così dire, resta a disposizione per la resistenza agli sforzi di trazione, dipende parimenti dal rapporto $\frac{\delta}{D}$, ed è maggiore quanto minore è tale rapporto, ossia quanto maggiore è il rapporto $\frac{D}{\delta}$.

Nel caso sia R = 180 Kg/mmq. ed s = 5 si ha:

$$K = 36 \text{ Kg/mmq.}$$

per:	$\frac{\delta}{D}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{600}$	$\frac{1}{700}$	$\frac{1}{800}$
si ha, rispettivamente:	K_f =	21,5	17,9	15,4	13,4
e quindi:	K_t =	14,5	18.1	20,6	22,6

Il coefficiente apparente di sicurezza a trazione è pertanto:

$\frac{R}{K_t}$ =	12,4	9,9	8,7	8

V. — L'APPARATO MOTORE.

La manovra a mano è fatta mediante una catena ad anelli, senza fine, avvolta su una carrucola.

Le carrucole di manovra sono, in generale, ruote ad impronte, però sono state adottate con buoni risultati anche carrucole aventi la gola cuneiforme, liscia.

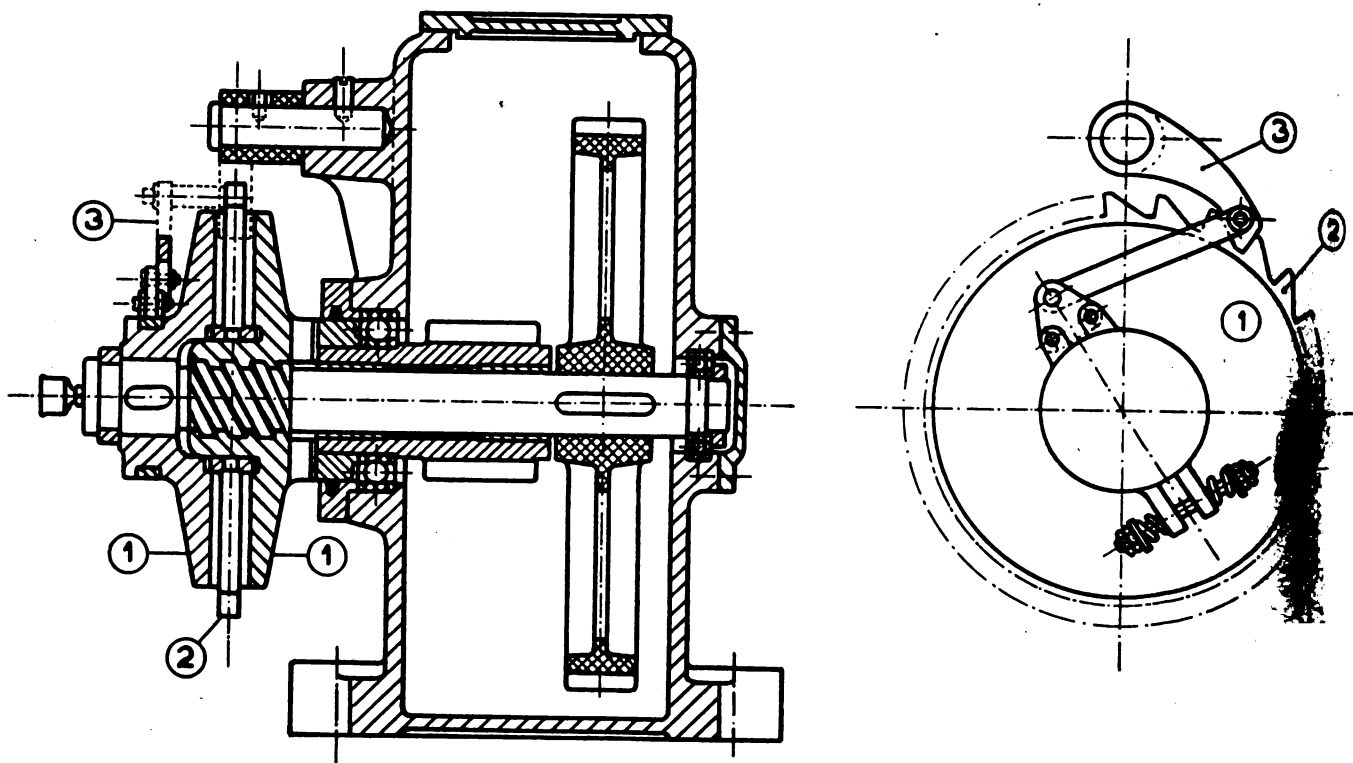



Fig. 14. — Freno a vite a disco semplice.
1) Dischi ruotanti. — 2) Disco frenante. — 3) Nottolino di arresto.

I motori per la manovra elettrica sono trifasi, con rotore avvolto ed anelli a spazzole fisse, provvisti di reostato di avviamento. La coppia di avviamento è 2,5 volte la coppia normale.

I reostati sono del tipo in aria.

Nelle costruzioni più recenti, allo scopo di avere avviamenti più graduali, i reostati per gli argani di sollevamento per portate fino a 60 T. sono divisi in tre sezioni; quelli per portate superiori sono divisi in quattro sezioni.

L'avviamento è automatico. Premendo un pulsante nella cabina di manovra, ovvero tirando una catenella pendente fino a circa m. 1,50 dal pavimento della sala gru, il motore si avvia con tutte le resistenze incluse. La graduale esclusione delle sezioni del reostato è ottenuta mediante contattori, che chiudono le sezioni stesse in corto circuito. (V. schema nella Tav. V).

La chiusura dei singoli contattori è comandata da relais a tempo a ritardo regolabile.

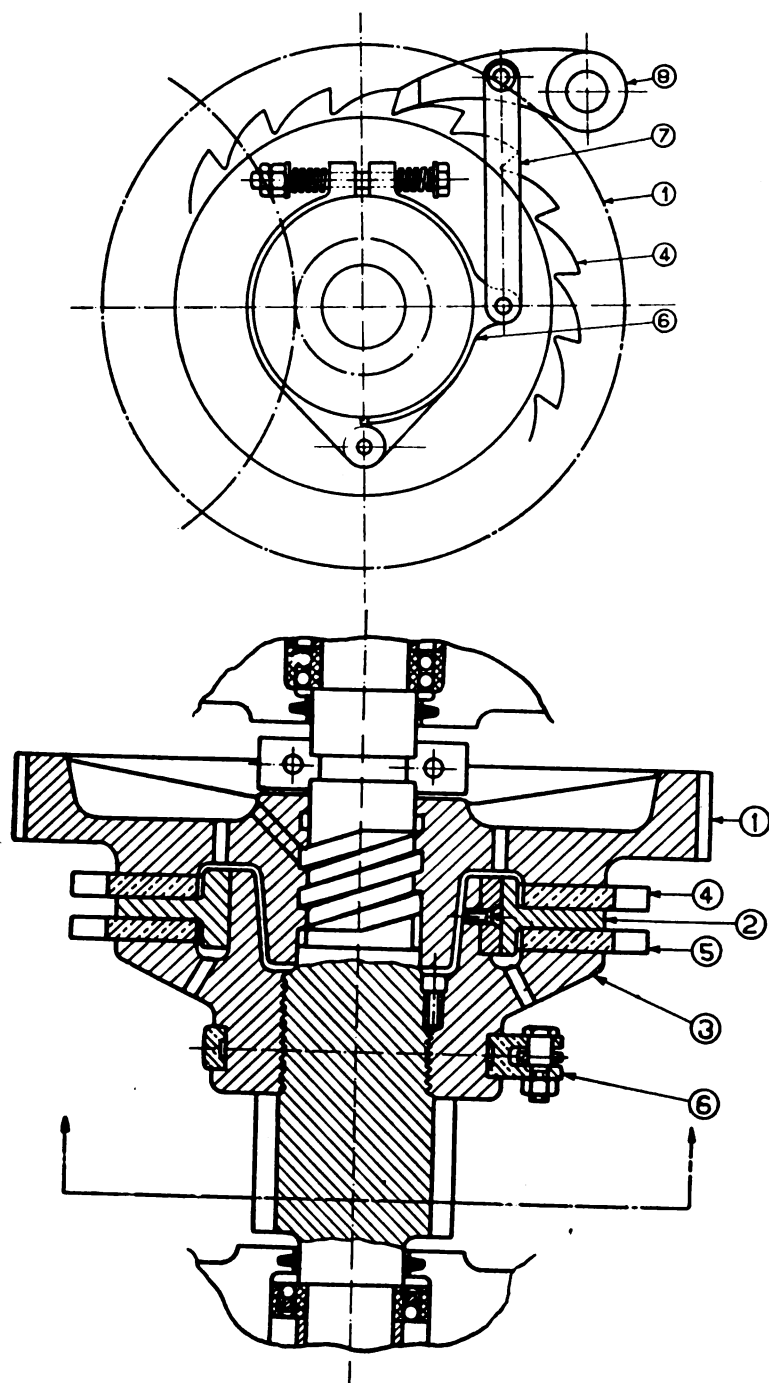



FIG. 15. — Freno a vite a due dischi disposti in bagno di olio.
1) Ruota dentata con disco ruotante. — 2) Disco intermedio. — 3) Disco ruotante. — 4-5) Dischi frenanti. — 6) Corona del nottolino. — 7) Bielletta del nottolino. — 8) Nottolino di arresto.

I motori ed i reostati sono previsti per 60 avviamenti completi in un'ora, ed inoltre per un numero anche maggiore di avviamenti parziali, quali si hanno durante le manovre di montaggio e di smontaggio dei macchinari.

Tutti gli avviamenti sono da effettuare con il carico normale della gru.

VI. — I FRENI.

L'argano di sollevamento di ogni gru è munito di un freno meccanico ad azione automatica, tale da arrestare il carico in una qualunque posizione non appena venga a mancare l'azione del motore, ed inoltre quando, nella discesa del carico, questo tenda a trascinare il motore.

I freni generalmente adottati sono del tipo a vite di Weston.

Data l'adozione dei supporti a sfere questi freni debbono essere studiati e costruiti con particolare attenzione, onde limitare, per quanto possibile, l'attrito della vite ed onde ottenere una frenatura sicura senza giungere al bloccaggio dei dischi.

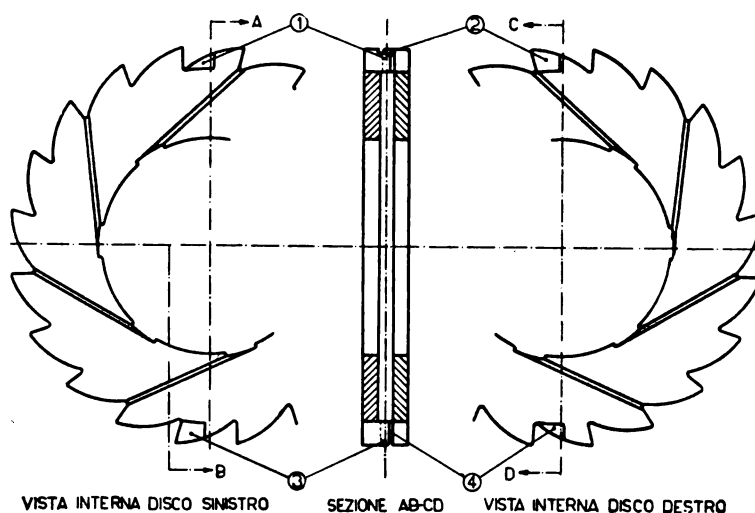



FIG. 16. — Dispositivo per assicurare la contemporanea entrata in presa dei dischi nei freni a dischi multipli.

1 e 4) Risalti triangolari (motori). — 2 e 3) Risalti trapezoidali (mossi).

Per la gru a mano da 5 T. il freno ha i dischi di bronzo e di ferodo disposti in aria (v. fig. 14).

Per le gru di portate superiori alle 60 ÷ 80 T. il freno generalmente è a dischi metallici immersi in bagno di olio.

Inoltre, per gru di portate notevoli può essere necessario adottare freni a dischi multipli (v. fig. 15).

In questo caso si deve fare sì che tutti i dischi siano sempre rigorosamente « in fase » fra loro, allo scopo di ottenere che i denti dei vari dischi entrino in forza contemporaneamente, e di evitare sollecitazioni anormali che potrebbero condurre alla rottura dei denti.

Una disposizione adottata al riguardo da un costruttore è rappresentata in fig. 18.

Oltre al freno meccanico descritto, nelle gru a manovra elettrica si ha anche un freno elettromagnetico, ad azione automatica per mancanza di tensione ai morsetti del motore.

I freni elettromagnetici possono essere ad elettromagnete ovvero a servomotore, ed in ogni caso sono alimentati con corrente alternata trifase (v. fig. 17 e fig. 18)).

La coesistenza del freno elettromagnetico e del freno meccanico fa sì che uno qualunque dei due freni possa essere utilizzato quale riserva dell'altro.

A questo scopo, ciascuno dei due freni è calcolato per assicurare, da solo, la frenatura del carico di prova della gru.

Ciascun freno deve potere arrestare, per tre volte consecutive, la discesa del carico di prova della gru, ed inoltre deve potere sopportare il numero di avviamenti e di arresti del pieno carico normale, stabilito per i motori elettrici e per le relative apparecchiature.

Se per il disgiuntore è adottata la prima delle due soluzioni indicate al Capo IV (disgiuntore doppio) il freno meccanico deve essere disposto fra tale disgiuntore ed i

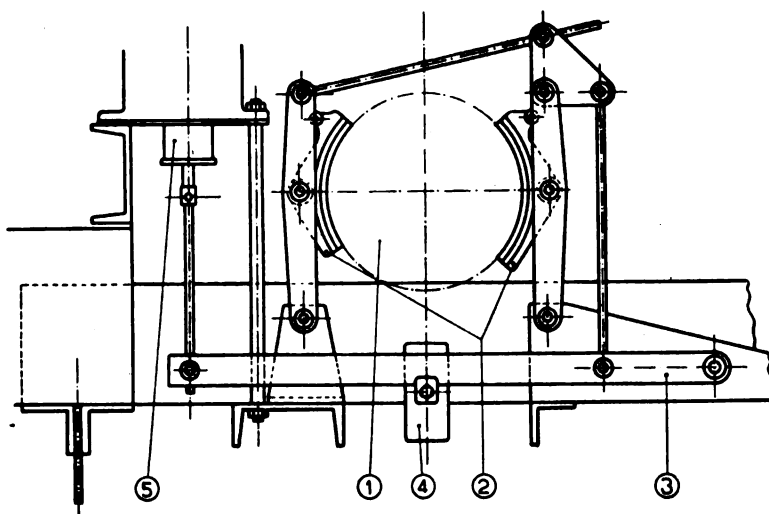



FIG. 17. — Freno elettromagnetico ad elettromagnete.
1) Puleggia frenata. — 2) Ceppi del freno. — 3) Leva del freno. — 4) Peso. — 5) Succhiante dell'elettromagnete.

tamburi su cui si avvolgono le corde, ed il freno elettromagnetico invece, deve essere disposto fra il motore ed il disgiuntore (v. fig. 19-I).

Con questa disposizione il freno meccanico è sempre efficiente, ed il freno elettromagnetico, durante la manovra a mano, blocca un albero che non deve ruotare, e quindi non ha bisogno di essere allentato.

Qualora invece per il disgiuntore sia adottata la seconda soluzione indicata al Capo IV (disgiuntore semplice) i due freni saranno da disporre ambedue su quella parte del complesso riduttore che è solidale con il motore elettrico (v. fig. 19-II).

Poichè, durante la manovra a mano, il freno elettromagnetico bloccherebbe un albero che deve invece ruotare, è necessario un dispositivo, azionato dalla leva del disgiuntore, che sollevi il contrappeso del freno elettromagnetico quando l'argano è disposto per la manovra a mano, e che lasci ricadere tale contrappeso quando l'argano è predisposto per la manovra elettrica.

Nelle gru aventi movimenti di traslazione comandati con motori elettrici, data la grande scorrevolezza dei meccanismi montati su sfere, è necessario munire i movimenti stessi di freni elettromagnetici, per consentire la necessaria precisione di manovra. Beninteso, tali freni debbono potersi escludere durante l'effettuazione delle ma-

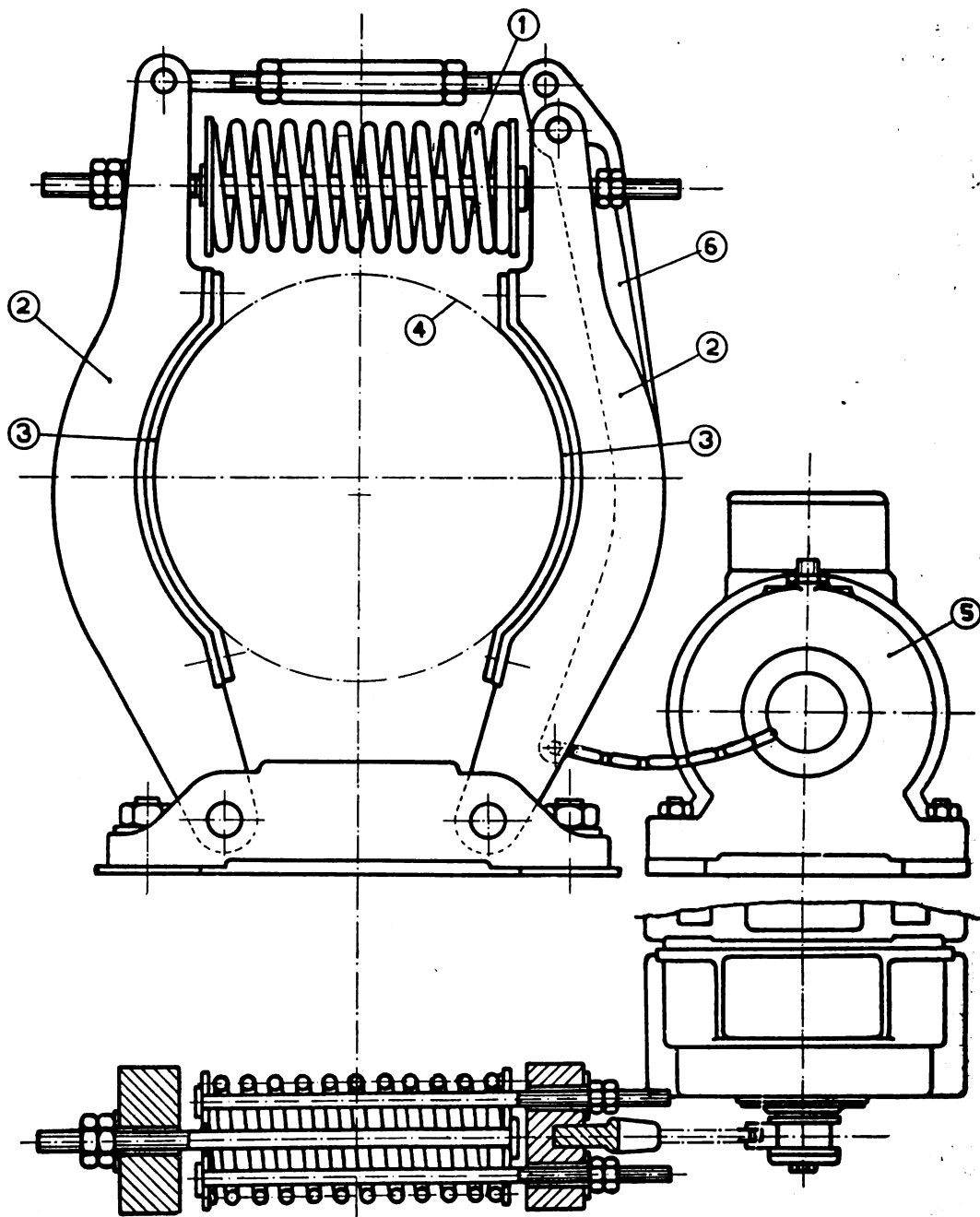



FIG. 18. — Servofreno a motore.
1) Molla frenante. — 2) Ganascie del freno. — 3) Ferodo. — 4) Puleggia frenata. — 5) Motore del freno. — 6) Leva di sblocco.

novre manuali, ed a questo scopo esistono dispositivi simili a quelli descritti per i freni dell'argano di sollevamento.

VII. — I dispositivi di sicurezza.

A terra è sistemato un interruttore generale automatico per scatto a massima corrente, minima tensione e mancanza di fase.

Sul carro ponte, subito dopo il dispositivo di presa di corrente, è disposto un sezionatore, che permette di eseguire le revisioni sul carro ponte con piena sicurezza.

La leva del disgiuntore per il passaggio dalla manovra a mano a quella elettrica, e viceversa, aziona anche un interruttore che toglie la continuità al circuito di comando del motore non appena la leva del disgiuntore abbandona la posizione corri-

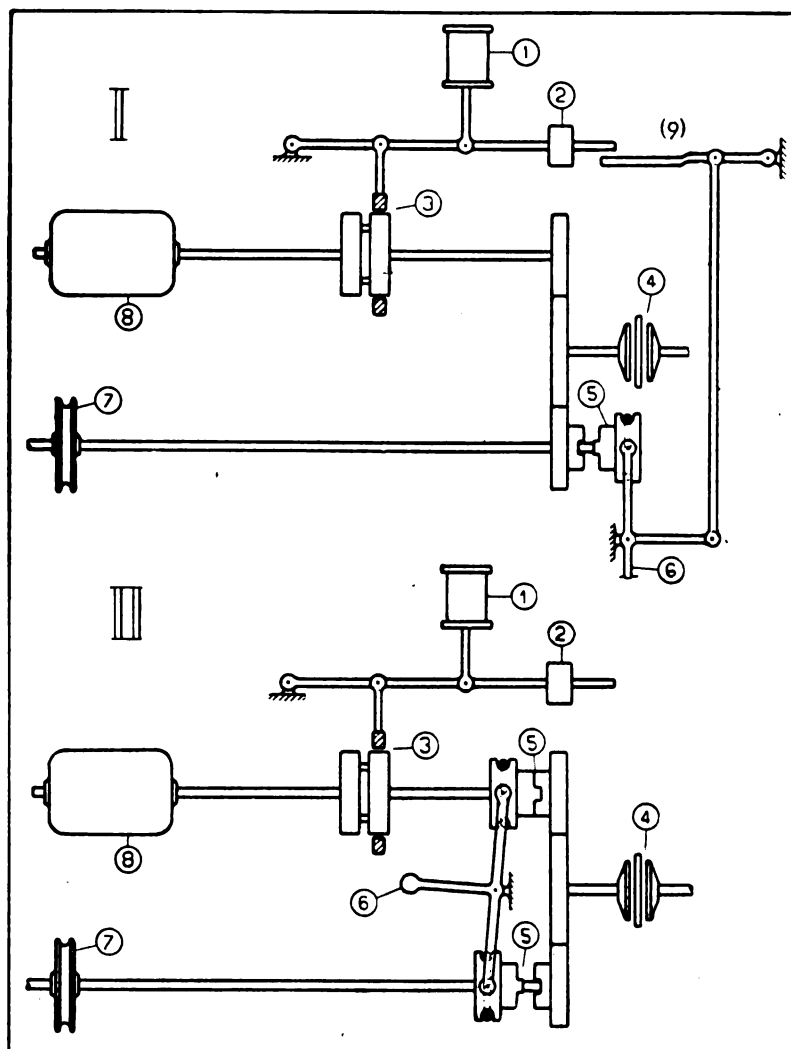



Fig. 19. — Disposizione dei freni negli argani di sollevamento.
1) Elettromagnete del freno. — 2) Peso. — 3) Ceppi e puleggia del freno elettromagnetico. — 4) Freno a vite. — 5) Disgiuntore. — 6) Leva di manovra. — 7) Carrucola per la manovra a mano. — 8) Motore elettrico. — 9) Leva per il sollevamento del peso.

spondente alla manovra elettrica, in modo che non è possibile che il motore sia azionato con la leva in posizione non giusta (v. fig. 9, marca 3).

La stessa leva del disgiuntore è munita di due fermi, che permettono di bloccarla nelle posizioni di fine corsa.

Tutti i circuiti dei motori di sollevamento e di traslazione sono provvisti di interruttori di fine corsa, che interrompono i circuiti di alimentazione quando il carico o rispettivamente il carro ponte od il carrello hanno raggiunto le posizioni di estremità.

Gli interruttori di fine corsa sono tali, che predispongono automaticamente l'inversione del senso di marcia dei motori da essi stessi comandati.

VIII. — Le vie di corsa.

Le vie di corsa delle gru da 5 T. per i locali dei cilindri raddrizzatori sono costituite da travi a doppio T, sulle quali sono saldati in modo continuo ferri quadri, travi che poggiano su pilastri di cemento armato alla distanza di circa m. 6,50.

Le travi a doppio T sono giuntate in corrispondenza degli appoggi mediante piastre bullonate, e sono fissate anche lateralmente alle pareti, mediante ferri a zanca. Nel calcolo, le travi a doppio T si considerano semplicemente appoggiate.

Le vie di corsa delle gru per i trasformatori e per i sincroni sono costituite da rotaie tipo F. S. 46.3, ovvero F. S. 50.6, poggianti in modo continuo su travi di cemento armato.

Il fissaggio delle rotaie alle travi avviene mediante piastre di ferro e coppie di bulloni a zanca.

Le estremità delle sbarre di ferro quadro, per le gru dei cilindri, e quelle delle rotaie, per le gru dei trasformatori e dei sincroni, sono tagliate mediante piani verticali formanti un angolo di 45° o di 50° con il piano di simmetria longitudinale del ferro; e ciò allo scopo di evitare gli urti nel passaggio delle ruote sopra i giunti.

Le estremità delle vie di corsa per le gru aventi la manovra di traslazione del ponte effettuabile a mano, sono munite di arresti ottenuti mediante cunei fissati alle vie di corsa, ovvero mediante incurvamenti delle stesse vie di corsa ad arco di cerchio di raggio uguale a quello della ruota.

Nel caso delle gru aventi movimento di traslazione del ponte effettuato mediante motore elettrico, questa soluzione potrebbe dar luogo a sforzi orizzontali di discreta entità, sforzi che costringerebbero ad irrobustire eccessivamente le strutture resistenti dei fabbricati.

Si è quindi preferito munire di ammortizzatori elastici le vie di corsa delle gru con movimenti di traslazione azionati elettricamente o, più semplicemente, munirle di piani inclinati terminali calcolati in modo da assorbire gradualmente la forza viva immagazzinata dalla gru carica ed in moto.

Naturalmente l'angolo di tali piani inclinati deve essere contenuto entro limiti tali da impedire che, una volta ottenuto l'arresto del carro ponte, questo torni indietro per gravità.

IX. — L'impiego dei cuscinetti a rotolamento.

Come già è stato esposto al Capo II, allo scopo di facilitare le manovre delle gru eseguite a mano, tutti gli organi rotanti sono montati su cuscinetti a sfere.

In tal modo si è migliorato notevolmente il rendimento dei meccanismi; però la lavorazione dei meccanismi deve essere fatta con una grandissima precisione, ed il disegno dei meccanismi stessi deve essere eseguito tenendo conto delle particolari esigenze di montaggio dei cuscinetti a rotolamento.

A questo proposito si è dovuto constatare che ben pochi erano gli Uffici Tecnici dei costruttori di gru, che avessero dimestichezza con i problemi che si incontrano nell'impiego dei cuscinetti a rotolamento.

Di conseguenza si sono dovute assegnare prescrizioni dettagliate per il calcolo e per il montaggio di tali cuscinetti; prescrizioni che si ritiene non privo di interesse di riportare in calce al presente Capo IX.

Le prescrizioni in parola sono state impartite seguendo i suggerimenti contenuti nelle pubblicazioni di una Casa Italiana produttrice di cuscinetti a rotolamento.

Circa la scelta del coefficiente di durata, stabilito per 2500 ore di funzionamento, deve dirsi che essa è stata determinata unicamente dal desiderio di avere cuscinetti abbondantemente proporzionati, per tenere conto di eventuali urti, sollecitazioni dinamiche agli avviamenti ed agli arresti, ecc.

I cuscinetti calcolati e montati secondo le prescrizioni in questione assolvono egregiamente il loro compito (4).

---

(4) *Prescrizioni per il montaggio e per il calcolo dei cuscinetti a rotolamento.* — Tutti gli organi ruotanti, con l'eccezione di quelli soltanto, che sono esplicitamente indicati qui di seguito, dovranno essere montati su cuscinetti a rulli o a sfere, e provvisti di dispositivo per la lubrificazione razionale dei cuscinetti stessi.

Potranno fare eccezione:

Le carrucole costituenti il capo fisso delle gru.
Le parti dei paranchi ausiliari delle gru (eccettuato il gancio).

Tutti questi organi dovranno essere montati su bronzine lubrificate.

Nel progetto, nella costruzione e nel montaggio di organi montati su cuscinetti a sfere e a rulli dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

Quando su di un asse siano montati due o più cuscinetti a rulli o a sfere di tipo portante, di tali cuscinetti dovrà essere bloccato assialmente tanto sulla parte fissa quánto su quella ruotante solo quello più caricato (nel caso di due cuscinetti) ovvero solo quello più prossimo alla mezzeria dell'albero (nel caso di più cuscinetti). Gli altri cuscinetti dovranno avere bloccato assialmente soltanto l'anello ruotante, mentre l'anello non bloccato dovrà essere montato con un opportuno giuoco assiale rispetto alla sede.

Quando un asse sia montato su più di due cuscinetti, questi dovranno essere di tipo oscillante. Così pure quando un asse sia montato su due cuscinetti, ma questi non siano portati ambedue da un unico pezzo di supporto, ovvero il pezzo unico che li sopporta non sia sufficientemente rigido, i due cuscinetti dovranno essere di tipo oscillante.

I cuscinetti reggispinta a doppio effetto dovranno essere muniti di un sistema (molle) atto a mantenere sempre sotto carico ambedue le corone di sfere.

Il montaggio di tutti i cuscinetti a rulli o a sfere dovrà inoltre essere effettuato in modo che i cuscinetti stessi risultino ben protetti dalla polvere e dalla umidità. A tale scopo le camere che li contengono dovranno essere munite di guarnizioni di feltro.

Sempre allo scopo di evitare che detriti possano danneggiare i cuscinetti, la lubrificazione dei supporti dei carter dovrà essere tenuta indipendente da quella dei relativi ingranaggi, e le camere dei cuscinetti dovranno essere protette con guarnizioni di feltro anche dal lato interno.

I cuscinetti a sfere radiali e di spinta e quelli a rulli dovranno essere scelti in base ad un carico fittizio P, dato in funzione del carico effettivamente agente Q dalla formola:

$$P = a \cdot s \cdot d \cdot Q$$

nella quale i coefficienti a, s e d hanno i seguenti valori:

$a = 1$ per cuscinetti radiali con anello interno ruotante e per cuscinetti di spinta.
$a = 1{,}35$ per cuscinetti radiali con anello interno fisso.
$s = 1$ per cuscinetti non soggetti ad urti.
$s = 1{,}5$ per cuscinetti soggetti ad urti moderati.
$s = 2$ per cuscinetti soggetti ad urti notevoli od a vibrazioni.
$s = 3$ per cuscinetti soggetti ad urti gravi.
d = coefficiente di durata da stabilirsi secondo i dati tabellari della Casa fornitrice, in base ad una durata dei cuscinetti non inferiore a 2500 ore di funzionamento.

X. — Sollecitazioni ammesse.

Il Capitolato stabilisce quanto segue:

Le sollecitazioni unitarie massime nelle singole strutture, nelle condizioni più sfavorevoli, e tenendo conto delle sollecitazioni dinamiche, non dovranno superare i seguenti valori:

Per il ferro omogeneo costituente le carpenterie, per l'acciaio fucinato degli alberi, dei ganci e degli ingranaggi, e per l'acciaio fuso degli ingranaggi (sollecitazioni a flessione): 10 Kg/mmq.

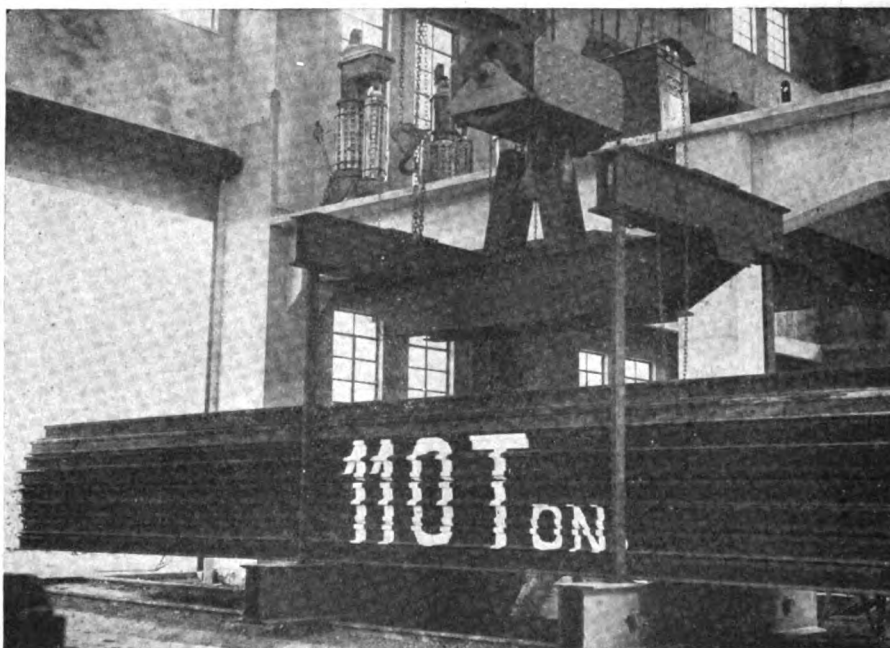



Fig. 20. — Collaudo di una gru da 100 T con carico di 110 T. costituito da rotaie.

Per gli stessi materiali (sollecitazioni al taglio): 7 Kg/mmq.
Per l'acciaio fuso sollecitato a compressione o a trazione: 9 Kg/mmq.
Per l'acciaio fuso sollecitato al taglio: 6 Kg/mmq.
Per la ghisa sollecitata a compressione: 7 Kg/mmq.
Per la ghisa sollecitata a trazione: 3 Kg/mmq.

Le catene di sollevamento per i paranchi ausiliari dovranno essere dimensionate in modo da non subire in nessun punto sollecitazioni superiori a 6 Kg/mmq. nelle condizioni più sfavorevoli.

La progettazione ed il calcolo del costruttore delle gru sono seguiti e controllati con cura.

Infatti il costruttore è tenuto per contratto a consegnare la serie completa dei disegni costruttivi di Officina, nonchè i calcoli dettagliati di tutte le parti costituenti le gru.

XI. — Collaudo.

Ultimato il montaggio in opera delle gru, si procede ad un accurato collaudo.

Il collaudo consiste essenzialmente in una prova di sollevamento del carico normale e del carico di prova, con una verifica delle freccie di inflessione delle travi del ponte, nella prova dei freni e nella verifica degli organi di sicurezza.

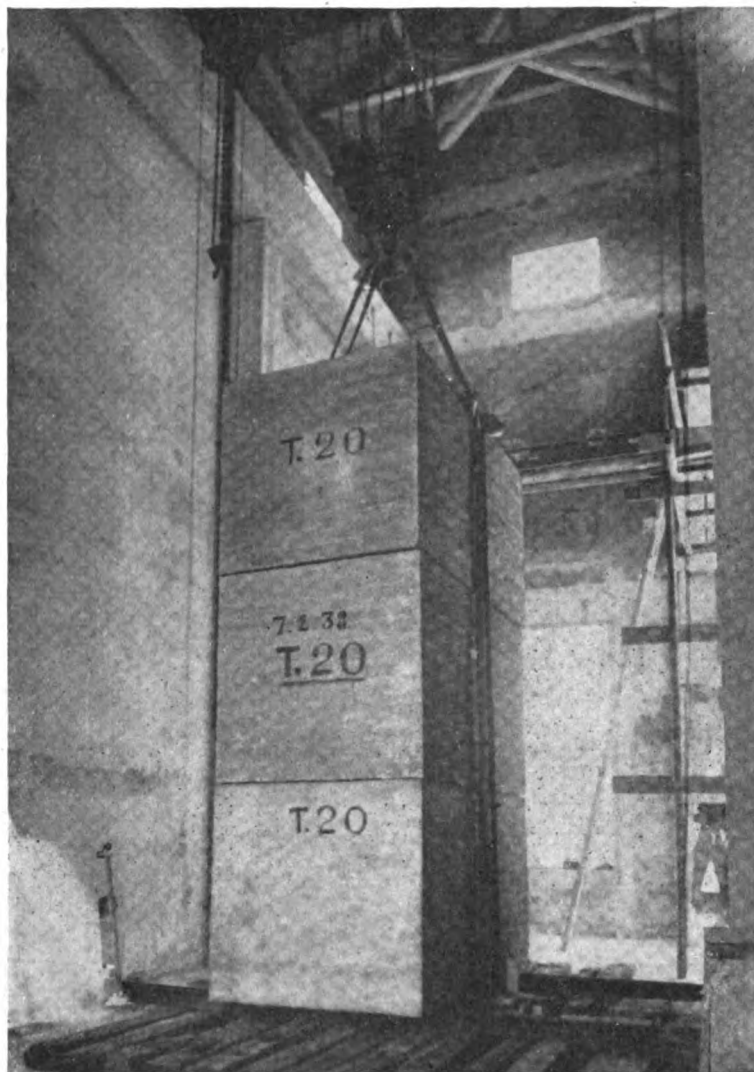



Fig. 21. — Collaudo di una gru da 50 T. con carico di 60 T. costituito da blocchi di calcestruzzo armato.

Il collaudo è eseguito secondo le norme riportate in calce al presente Capo XI.

Il carico di prova, detto Q il carico normale, è così fissato:

gru da 5 T.: carico di prova uguale a 1,2 Q;

gru da 20 T. ed oltre: carico di prova uguale a 1,1 Q.

L'approntamento del carico per le prove, specie per le maggiori portate delle gru, presenta non poche difficoltà. Generalmente si ricorre a fasci di rotaie, ed allora il

problema consiste nello studiare un modo robusto e sicuro per l'imbragatura dei fasci e per il loro attacco al gancio della gru da provare.

La fig. 20 mostra un fascio di rotaie del peso di circa 110 T., preparato per le prove di collaudo di una gru da 100 T. (5). La fig. 21 indica invece il carico di prova di 60 T. formato con 3 blocchi di calcestruzzo.

XII. — Conclusioni.

Come si è visto, la costruzione delle gru per le sottostazioni è fatta seguendo criteri di una relativa larghezza. Tali criteri sono giustificati dall'importanza che ha l'efficienza piena e continua delle gru nell'esercizio delle sottostazioni destinate alle linee elettrificate.

---

(5) *Prescrizioni per l'esecuzione delle prove di collaudo in opera delle gru.* — Le gru saranno caricate con il carico normale e successivamente con il carico di prova.

1) Con il carico normale saranno eseguite le seguenti verifiche:

a) freccie di inflessione;

b) dimensioni di ingombro;

c) altezza di sollevamento del gancio;

d) passaggio della manovra di sollevamento a mano a quella elettrica, e viceversa, con il gancio sotto carico;

e) funzionamento degli interruttori di sicurezza che impediscono di effettuare l'avviamento del motore quando è innestata la manovra a mano;

f) velocità di sollevamento;

g) velocità di traslazione del ponte;

h) velocità di traslazione del carrello argano;

i) verifiche di cui i punti *c*) *f*) *h*) ed *l*) per il paranco ausiliario;

l) capacità di frenatura col solo freno meccanico in discesa, e dopo raggiunta la velocità di regime con manovra elettrica. Questa operazione dovrà essere ripetuta 60 volte in un'ora, dopo di che si dovrà verificare che il riscaldamento delle parti non abbia raggiuto valori eccessivi, e che il funzionamento del freno si sia mantenuto regolare;

m) capacità di frenatura col solo freno elettromagnetico in discesa, e dopo raggiunta la velocità di regime con manovra elettrica.

Questa operazione dovrà essere ripetuta 60 volte un un'ora, come già detto al punto *l*), e dovrà essere seguita dalle verifiche di riscaldamento e di funzionamento già indicate allo stesso punto *l*);

n) riscaldamento delle resistenze di avviamento dei singoli motori, dopo eseguiti sessanta avviamenti orari;

o) funzionamento dei singoli interruttori di fine corsa.

Le verifiche di cui ai punti *f*), *g*) ed *h*) dovranno essere eseguite tanto con manovra elettrica quanto con manovra a mano.

Eseguendo le manovre a mano, sia per l'argano principale che per il paranco ausiliario, sarà da prendere nota degli sforzi in Kg. occorrenti per l'azionamento dei paranchi, e delle velocità di scorrimento delle catene di manovra.

Sul paranco ausiliario carico con il gancio in basso dovrà essere fatta la prova delle saldature degli anelli della catena di sollevamento, sottoponendo tutti questi anelli a ripetuti colpi di un martello da 3 Kg. dati a mano.

2) Con il carico di prova saranno eseguite le seguenti verifiche:

p) freccie di inflessione;

q) passaggio dalla manovra di sollevamento a mano a quella elettrica, e viceversa, con il gancio sotto carico;

r) capacità di sollevamento del carico da parte del motore elettrico;

s) arresto col solo freno meccanico, in discesa, e dopo raggiunta la velocità di regime con manovra elettrica. Saranno eseguiti tre arresti consecutivi;

t) arresto col solo freno elettromagnetico, in discesa, e dopo raggiunta la velocità di regime con manovra elettrica. Saranno eseguiti tre arresti consecutivi.

La pratica ha sanzionato tali criteri, con un esercizio delle gru scevro di inconvenienti.

APPENDICE.

Schema di calcolo di una gru a ponte da 100 T. con carrello argano.

I. - Dati di progetto:

Portata normale . . . . T. 100
Luce del ponte . . . . m. 12,10
Altezza di sollevamento del gancio . . . . m. 9,60
Velocità di sollevamento del carico:
a) a mano . . . . m/1' 0,005
b) a motore (45 periodi) . . . . m/1' 1,2
Velocità di traslazione del carrello argano:
a) a mano . . . . m/1' 0,60
b) a motore (45 periodi) . . . . m/1' 6,00
Velocità di traslazione del carro ponte:
a) a mano . . . . m/1' 0,60
b) a motore (45 periodi) . . . . m/1' 10,00
Numero dei tiri delle corde del paranco . . . . $2 \times 6 = 12$

II. - Argano di sollevamento:

1) *Corde*:

Peso del gancio, delle puleggie mobili e delle corde Kg. 3000.
Rendimento di una carrucola (assunto) uguale a 0,99.
Diametro primitivo delle carrucole pari a mm. 900.
Carico (trazione) per tiro di corda:

$$\frac{100000 + 3000}{2 \times 6 \times (0,99)^6} = 9100 \text{ Kg.}$$

Verifica di una corda avente una sezione F = 403 mmq carico di rottura unitario σ = 180 Kg/mmq (coefficiente di sicurezza apparente uguale a 7,97), composta con 222 fili di acciaio del diametro di mm. 1,52, ed avente un diametro del cerchio circoscritto di mm. 32.

Il carico unitario è (v. a pag. 159 del testo):

$$\sigma = \frac{9100}{403} + \frac{3}{8}\,\frac{0,152}{90}\,21000 = 35,9$$

coefficiente di sicurezza:

$$\frac{180}{35,9} = 5,01$$

Diametro minimo delle carrucole:

$$25 \times 32 = 800 \text{ mm.}$$
$$500 \times 1,52 = 760 \text{ mm.}$$

Verifica: 900 > 800.

2) *Ruotismi* (manovra elettrica):

Velocità dei tamburi = 2,54 giri /1′

Velocità del motore (a 45 periodi) 1300 giri /1′

Rapporto di trasmissione $\frac{1}{510}$

viene realizzato con quattro coppie di ingranaggi, aventi i rapporti:

$$\frac{13}{88}, \quad \frac{21}{69}, \quad \frac{17}{87} \quad e \quad \frac{17}{76}$$

3) *Potenza del motore*:

Rendimento di una coppia di ingranaggi (medio) uguale a 0,95.

Rendimento dell'argano uguale a $0{,}99^6 \times 0{,}95^4 = 0{,}767$.

Potenza resa:

$$\frac{(100000 + 3000) \times 1{,}2}{60 \times 75 \times 0{,}767} = 35{,}9 \text{ HP.}$$

Si assume un motore da 44 HP resi.

4) *Condizioni all'avviamento*:

Coppia occorrente (all'albero del motore) *per effettuare l'avviamento in 1 minuto secondo.*

Coppia dovuta all'inerzia del carico:

$$Fr = \frac{P}{g} \, v \, \frac{1}{\eta} \, \rho \, r = \frac{103000}{9{,}81} \times \frac{1{,}2}{60} \times \frac{1}{0{,}767} \times \frac{1}{510} \times 0{,}45 = 0{,}242 \text{ Kgm.}$$

Coppia dovuta all'inerzia dei tamburi (I = momento di inerzia del tamburo in kgm sec.^{2}):

$$C_1 = I \omega \frac{1}{\eta} \rho = (2 \times 41{,}08) \times 0{,}266 \times \frac{1}{0{,}813} \times \frac{1}{510} = 0{,}0527 \text{ Kgm.}$$

In modo analogo, prendendo gli opportuni valori per I, ω, η e ρ si calcolano le coppie dovute ai varî alberi con i relativi ingranaggi, ed all'albero motore.

Si ha così:

$C_2 = 0{,}0687$ Kgm

$C_3 = 0{,}147$ Kgm

$C_4 = 1{,}95$ Kgm

$C_5 = 31{,}8$ Kgm.

La coppia totale è quindi:

$$C_a = 0{,}242 + 0{,}0527 + 0{,}0687 + 0{,}147 + 1{,}95 + 31{,}8 = 34{,}2604 \text{ Kgm.}$$

La coppia occorrente a regime è:

$$C_r = \frac{103000}{6} \times 0{,}45 \times \frac{1}{0{,}767} \times \frac{1}{510} = 19{,}75 \text{ Kgm.}$$

La coppia del motore, allo spunto, è uguale a 2,5 volte la sua coppia normale, è uguale cioè a:

$$C_s = 2,5\ C_n = 2,5\ \frac{716 \times 44}{1300} = 60,6\ \text{Kgm.}$$

Si ha allora:

$$C_s = C_r + x\,C_a$$

dove x è un margine di accelerazione dato da:

$$x = \frac{C_s - C_r}{C_a}$$

Nel nostro caso è:

$$x = \frac{60,6 - 19,75}{34,26} = 1,194.$$

* * *

Forze negli ingranaggi per effetto dell'inerzia delle masse (R = raggio primitivo delle ruote degli ingranaggi):

Sulle corone dei tamburi:

$$F_1 = \frac{1,194}{R_1}\left(\frac{P}{g}\ v\ \frac{1}{\eta_1}\ r + I_1\ \omega_1\right)$$

$$F_1 = \frac{1,194}{0,748}\left[\frac{103000}{9,81} \times \frac{1,2}{60} \times \frac{1}{0,94} + (2 \times 41,08) \times 0,266\right] = 392\ \text{Kg.}$$

pari ad un aumento percentuale di circa il 3,5 % sul carico normale di:

$$2 \times 5480 = 10960\ \text{Kg.}$$

Sulla coppia successiva:

$$F_2 = \frac{1}{R_2}\left(\frac{F_1}{\eta_2}\ R_1\ \frac{z_1}{Z_1} + 1,194\ I_2\,\omega_2\right)$$

$$= F_2\ \frac{1}{0,414}\left(\frac{392}{0,892}\ 0,748\ \frac{13}{88} + 1,194 \times 2,316 \times 1,81\right) = 129,4\ \text{Kg.}$$

aumento percentuale 4,2 % su 3080 Kg.

Procedendo in modo analogo per le altre coppie si trova un aumento percentuale di circa il 4,7 % per la 3ª coppia e di circa il 15 % per la 4ª coppia.

* * *

Dopo questo calcolo preliminare, il calcolo degli ingranaggi procede in modo ovvio, ed è eseguito secondo quanto è esposto a pag. 157 del testo.

5) *Verifica dei cuscinetti*:

Il calcolo dei cuscinetti portanti, a sfere o a rulli, non presenta particolarità degne di nota, salvo nel caso in cui la velocità dell'albero sia inferiore a 10 giri per minuto primo, limite minimo per il quale i cataloghi delle Case fabbricanti dànno i valori delle sollecitazioni ammissibili.

Negli argani, e nei meccanismi delle gru in generale, capita frequentemente il caso di alberi lenti, che ruotano alla velocità di uno a quattro giri al minuto primo.

Per il calcolo dei cuscinetti relativi può essere adoperata una formula del tipo:

$$Q_n = Q_{10} + (Q_0 - Q_{10})\, x$$

dove gli indici che accompagnano il carico Q stanno ad indicare il numero dei giri cui si riferisce il valore del carico (n è compreso fra 0 e 10), ed x è un coefficiente fornito dalle Case fabbricanti, che vale 1 per $n = 0$, e che vale 0 per $n = 10$.

Quale esempio di calcolo, scegliamo uno dei cuscinetti del tamburo dell'argano, dalla parte opposta alla corona dentata:

Carico radiale (tiro corda + quota parte peso tamburo) 9100 + 450 =	Kg. 9,550
Carico assiale (componente dovuta al tiro obliquo della corda)	Kg. 590

Verifica di un cuscinetto a sfere tipo 22 B della Casa R IV, avente le seguenti caratteristiche:

diametro interno	mm. 105
diametro esterno	mm. 225
spessore	mm. 49
Q_0	Kg. 17.800
Q_{10}	Kg. 10.950
Q_{100}	Kg. 5.450
x per n = 2,54 giri /1'	0,39
coefficiente per l'anello esterno ruotante (v. pag. 167 del testo)	1,35
coefficiente di durata (per 2500 ore)	1,32

Carico ammissibile:

$$Q_{2,54} = \frac{10950}{1,32 \times 1,35} + \left(17800 - \frac{10950}{1,32 \times 1,35}\right) 0,39 = 10700 \text{ Kg.}$$

che è superiore al carico fittizio agente.

Il carico assiale è circa uguale al 10,8 % del carico a 100 giri Q_{100}, il che nel caso attuale è ammissibile.

6) *Verifica degli alberi di trasmissione*:

Gli alberi sono verificati a flessione ed a torsione.

7) *Freno elettromagnetico*:

Puleggia del freno sull'albero motore.

Diametro della puleggia mm. 400

Momento del motore $\frac{716 \times 44}{1300} = 24,2$ Kgm.

Agendo in favore della sicurezza, si stabilisce che il freno debba fornire un momento frenante pari al momento motore (si trascura cioè l'influenza degli attriti).

Sforzo periferico al freno:

$$F = \frac{24,2}{\frac{0,400}{2}} = 121 \text{ Kg.}$$

Freno a nastro. Angolo di avvolgimento 270°.
Coefficiente di attrito ferodo-ghisa = 0,3.
Tensione del nastro:

$$t = \frac{F}{e^{f\alpha} - 1} = 39 \text{ Kg.}$$

Si verifica, in base alle dimensioni delle leve del freno, ed in base ai pesi delle parti dello stesso freno, che la tensione effettiva non sia inferiore a quella così trovata.

Analogamente si calcola lo sforzo che deve compiere l'elettromagnete.

Scelto il tipo di elettromagnete fra quelli normali, si verifica che la corsa di questo sia sufficiente ad assicurare un distacco del nastro della puleggia di almeno 2 mm.

Nel caso considerato l'elettromagnete dà un lavoro di 30 × 5 kgcm. Con la corsa di 50 mm. il distacco sarà, dato il rapporto della leva, pari a $\frac{170}{660}$:

$$d = 50 \times \frac{170}{660} \times \frac{360}{2 \pi 270} = 2,74 \text{ mm.}$$

8) *Freno meccanico automatico*:

Freno a due dischi frenanti di bronzo.
Sforzo alla periferia del pignone della 4ª coppia P = 470 Kg.
Diametro della ruota 456 mm.
Diametro medio della vite 75 mm.
Sforzo all'elica media della vite:

$$F = 470 \times \frac{456}{75} = 2860 \text{ Kg.}$$

Angolo d'inclinazione del filetto (p = 60 mm):

$$\text{tang } \alpha = \frac{60}{\pi \times 75} = 0,255$$

$$\alpha = 14°,20'$$

Si assume:

$$\rho = 5° \text{ (angolo d'attrito).}$$

$$\text{tang. } (\alpha - \rho) = 0,164$$

Spinta assiale:

$$Q = \frac{F.}{\text{tang } (\alpha - \rho)} = \frac{2860}{0,164} = 17400 \text{ Kg.}$$

Dischi Φ 325/205 mm. Φ medio 265 mm. $\Omega = 500$ cmq.

La pressione specifica su una faccia è:

$$p = \frac{17400}{500} = 34,80 \text{ Kg/cmq.}$$

Coefficiente d'attrito fra acciaio e bronzo (in olio) = 0,05.

Momento resistente dovuto all'attrito, essendo 4 le superficie frenanti:

$$M_r = 17400 \times 0,05 \times \frac{0,265}{2} \times 4 = 460 \text{ Kgm.}$$

Momento torcente sull'albero della vite:

$$M_t = 470 \times \frac{0,456}{2} = 107 \text{ Kgm.}$$

Si ha così un forte margine di sicurezza.

Perchè il disco dentato 1 (fig. 17), una volta frenato il carico, non si sviti, producendo lo sfrenamento, per effetto del momento torcente M_t che abbiamo su disco 1, che produce un carico assiale:

$$Q = \frac{M_t}{r \operatorname{tg} (\alpha - \rho)}$$

supponendo nulla la reazione alla periferia della ruota stessa, ossia nulle le masse a monte del freno in esame, è sufficiente che il momento torcente M_a prodotto dall'attrito sia superiore al momento di svitamento M_v:

$$M_a \geq M_v.$$

Si ha:

$$M_a = QfR \qquad M_v = Q \operatorname{tang} (\alpha - \rho)\, r$$

dove f è il coefficiente di attrito tra bronzo ed acciaio = 0,05; R il raggio medio di frizione; r il raggio medio della vite. Per cui basta che sia:

$$fR \geq \operatorname{tang} (\alpha - \rho)\, r$$

Ma:

$$\alpha = 14^o.\,20' \qquad \rho = 5^o \qquad R = 132,5 \qquad r = 37,5$$

quindi:

$$0,05 \times 132,5 > 0,164 \times 37,5$$

cioè:

$$6,64 > 6,15$$

Come si vede il freno è autofrenante indipendentemene dal carico assiale Q e quindi dal momento torcente M_t.

L'inerzia delle masse a monte del freno deve vincere soltanto le minime resistenze di attrito che fanno resistenza al disco 1 (fig. 17) quando esso tende ad avvitarsi per portarsi a contatto dei dischi di frizione non appena si verifichi una minima differenza di velocità fra le due parti del freno.

È da tener presente pure che durante la discesa i dischi di frizione sono sempre a contatto col disco mobile, quindi già pronti a frenare, mentre la durante la salita, in caso di mancata azione del motore, il carico decelera molto rapidamente per cui masse anche piccole della parte a monte del freno producono una coppia molto forte.

Infatti, per mettersi nelle peggiori condizioni, si supponga che il rendimento tra il pignone e il carico si riduca a 0,63. Poichè la forza agente su detto pignone è:

$$F_3 = 1501 \text{ Kg.},$$

lo sforzo di ritorno a motore libero è $F_3\eta^2 = 0{,}63^2 \times 1501 = 600$ Kg. e quindi la coppia è:

$$\frac{0{,}12325}{2} = 37 \text{ Kgm.}$$

Trascurando la tendenza del motore a rallentare, la coppia occorrente per far ruotare il disco è:

$$M''_t = P f r$$

in cui P è il peso del disco 1 pari a 40 Kg.; f è il coefficiente di attrito ritenuto 0,2; r è il raggio della vite.

Sostituendo si ha:

$$M''_t = 40 \times 0{,}2 \times 0{,}032 = 0{,}256 \text{ Kgm}$$

di gran lunga inferiore a quella richiesta.

9) *Meccanismo per la traslazione del ponte*:

Si può contare su una resistenza al moto di circa 8 ÷ 10 Kg/tonnellata.

10) *Carpenteria del ponte*:

Le travi principali sono soggette al carico verticale trasmesso dalle ruote del carrello, al peso proprio e, durante l'arresto del ponte in moto, alle forze orizzontali generate dalla forza viva delle mase in movimento.

Le travi di testata sono soggette ai carichi verticali trasmessi dalle travi principali, e, durante l'arresto del carrello argano, alle forze orizzontali dovute a tale arresto.

Per determinare le forze orizzontali occorre conoscere il *tempo di frenatura*, che si calcola in base al lavoro che può sviluppare il freno:

L'energia cinetica della gru carica è $\frac{1}{2}\frac{P}{8}v^2 = 196$ Kgm. . 196 Kgm.

L'energia cinetica delle masse ruotanti è . . . . 367 Kgm.

563 Kgm.

Il lavoro del freno (calcolando lo sforzo come al punto 7) è:

(t = tempo in secondi)

$\frac{1}{2}\frac{F \pi d n t}{60}$ = ... 187 t Kgm.

Il lavoro perduto negli attriti è . . . . 120 t Kgm.

307 t Kgm.

Si ha pertanto:

$$563 = 307\ t$$

$$t = \frac{563}{307} = 1'',83$$

Si ha quindi lo spazio di frenatura, da cui si ricava la forza orizzontale sviluppata nell'arresto del carro ponte.

La freccia delle travi principali si calcola graficamente come è dimostrato nella Tavola allegata.

Ristabilimento delle comunicazioni ferroviarie fra Lituania e Polonia.

Dopo la guerra mondiale, a causa di dissensi d'ordine politico-territoriale fra i due nuovi Stati di Lituania e Polonia, le reti ferroviarie dei due paesi erano rimaste prive di qualsiasi collegamento.

In seguito però allo scambio di note avvenuto il 19 marzo 1938 fra i governi lituano e polacco per la ripresa delle relazioni diplomatiche, è stato fra l'altro deciso di provvedere al collegamento delle due reti per il ristabilimento delle comunicazioni ferroviarie rimaste interrotte fra i due paesi per un ventennio.

Delle quattro comunicazioni ferroviarie che interessano la frontiera polacco-lituana, viene intanto aperta al traffico soltanto la più importante, e cioè la linea a doppio binario fra Kowno e Wilna, la quale faceva parte, nel periodo anteguerra, della principale arteria di comunicazione fra Pietroburgo e l'Europa nord-occidentale e costituiva una delle linee più utilizzate della rete ferroviaria russa.

In corrispondenza della frontiera polacco-lituana, detta linea ferroviaria trovavasi in uno stato di completo abbandono: fra Jawie, l'ultima stazione lituana, e la frontiera verso la prima stazione polacca di Zawiasy, le rotaie erano state asportate ed utilizzate altrove, e le traverse erano marcite ed un tratto di binario era arrugginito e ricoperto da alte erbe. I lavori di riassetto di detto tratto di linea e quelli di collegamento alla linea polacca sono stati però subito intrapresi per poter riaprire la linea all'esercizio nell'aprile del corrente anno.

Landesgrenzen = confini politici. — Eisenbahnen = ferrovie. — Ehem. Grodnoer Umgehungsbahn (nicht in Betr.) = antica ferrovia di circonvallazione di Grodno (non in esercizio).

Ai collegamenti delle due reti negli altri tre punti di frontiera in corrispondenza delle stazioni polacche di Nowo Swieciany, a nord della linea Kowno-Wilna, e di Orany e Trakiszki, a

sud della linea medesima, sarà provveduto in successivi tempi ed in quanto ne valga la spesa in relazione alla relativa importanza delle rispettive linee per il traffico internazionale.

Al loro riguardo va intanto rilevato quanto segue.

La linea lituana che da Poniewicz, stazione della linea Dünaburg-Schaulen, si dirige verso la frontiera orientale di contro alla stazione polacca di Nowo Swieciany, alla quale dovrebbe essere collegata, è a scartamento ridotto e, in seguito alla delimitazione della frontiera, è venuta a trovarsi in una posizione eccentrica tanto rispetto alla Lituania che alla Polonia; circostanze queste che le hanno fatto perdere ogni importanza nelle comunicazioni fra i due paesi.

I due rimanenti punti di frontiera — Orany e Trakiszki — trovansi poi in circostanze tutte particolari.

Prima della guerra, i russi avevano costruito a guisa di semicerchio, a settentrione della piazzaforte di Grodno, una linea strategica da Orany a Suwalki, via Olita, la quale è stata divisa in tre parti dalla nuova frontiera tracciata fra i due paesi. La parte più lunga in territorio lituano venne però a trovarsi priva di qualsiasi comunicazione con la rete ferroviaria lituana e rimase perciò abbandonata per molto tempo, fino a quando il governo lituano decise di sopprimere il tratto fra Olita e la frontiera sud-occidentale verso Trakiszki, per costruire con l'armamento di risulta il nuovo tratto di linea da Olita a Kazlu-Ruda, che doveva servire ad allacciare l'anzidetta parte di linea alla rete lituana.

Fra Olita e la frontiera sud-occidentale non esiste quindi più alcuna linea, mentre per il ristabilimento della comunicazione nell'altro punto di frontiera presso Orany occorrerebbe anzitutto ricostruire il ponte sul fiume Mereczanka. Ritiensi però che non convenga andare incontro a considerevoli spese per il ripristino delle comunicazioni in questi due punti di frontiera, data la limitata potenzialità ed il carattere locale della linea lituana.

Comunque, anche il solo ristabilimento delle comunicazioni ferroviarie sulla linea a doppio binario Kowno-Wilna, in unione al contemporaneo ripristino, pure deciso dai due governi, della libertà di navigazione sul fiume Niemen interessante i territori dei due paesi, apporterà indubbiamente sostanziali variazioni nelle relazioni commerciali e nello sviluppo dei traffici internazionali in quel settore nord-orientale dell'Europa, a vantaggio non soltanto dei due paesi di Polonia e Lituania, ma anche della vicina Lettonia.

Quanto alla Polonia, speciale vantaggio ne risentirà l'esportazione via mare, attraverso la Lituania, della produzione di legname e di lino di cui sono ricche le sue regioni nord-orientali. I porti naturali di questa esportazione sono infatti quello di Memel e, sebbene in minore misura, quello di Königsberg nella Prussia Orientale; ma, poichè dalla fine della guerra mondiale quei due porti non erano più raggiungibili direttamente dalla Polonia, a causa della mancanza di comunicazione attraverso la Lituania, si era costretti a ricorrere invece ai porti di Gdynia e di Danzica, seguendo un lungo giro vizioso via Varsavia (distanza da Wilna a Königsberg, via Kowno, km. 340; distanza da Wilna a Gdynia, via Varsavia, km. 890).

La realizzazione di dirette comunicazioni attraverso la Lituania aumenterà quindi notevolmente la capacità di concorrenza dei prodotti di esportazione dalla Polonia sul mercato mondiale. Ciò prevede il periodico dell'Unione delle ferrovie centro-europee, pubblicando la cartina che qui riproduciamo.

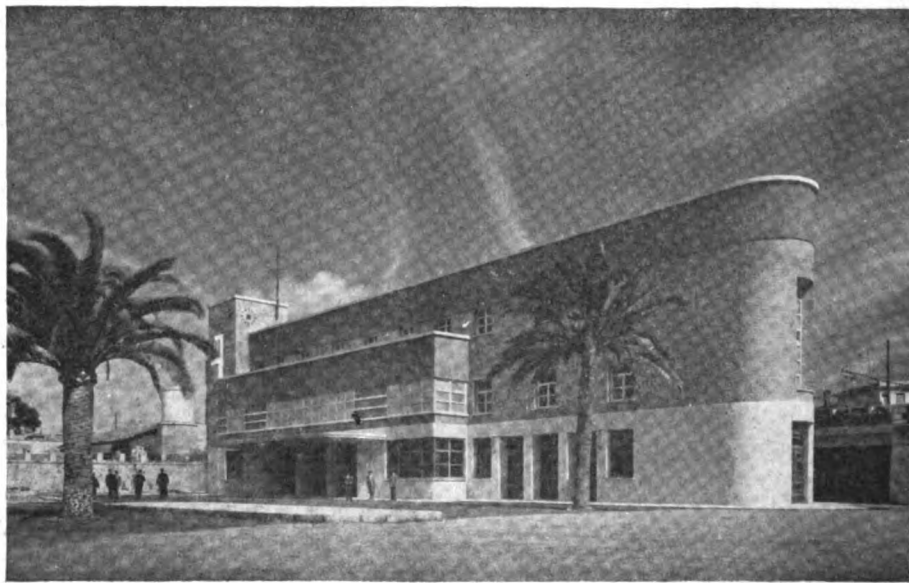
Essa contribuirà a facilitare anche le relazioni e gli scambi commerciali fra Polonia e Lettonia. La rete polacca ha bensì a Zemgale (a sud di Dünaburg) un allacciamento diretto alle ferrovie lettoni, ma la linea lettone che ivi si allaccia alla rete polacca è a scartamento maggiore, mentre, attraverso la Lituania, Riga è raggiungibile con linee a scartamento normale e quindi i traffici fra la Polonia e la capitale lettone potranno svolgersi in avvenire direttamente, senza dover più ricorrere ai dispendiosi trasbordi cui si doveva provvedere finora a Zemgale.

E' quindi da ritenersi con certezza che i traffici fra le ferrovie polacche e lituane assumeranno presto una grande estensione, e ciò a beneficio anche di queste ultime che, oltre ai trasporti interessanti il proprio paese, avranno un utile complementare dal transito sulla propria rete dei trasporti fra Polonia e Lettonia. — L. Petroro.

I nuovi fabbricati delle stazioni di Loano ed Albenga

Arch. R. NARDUCCI, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

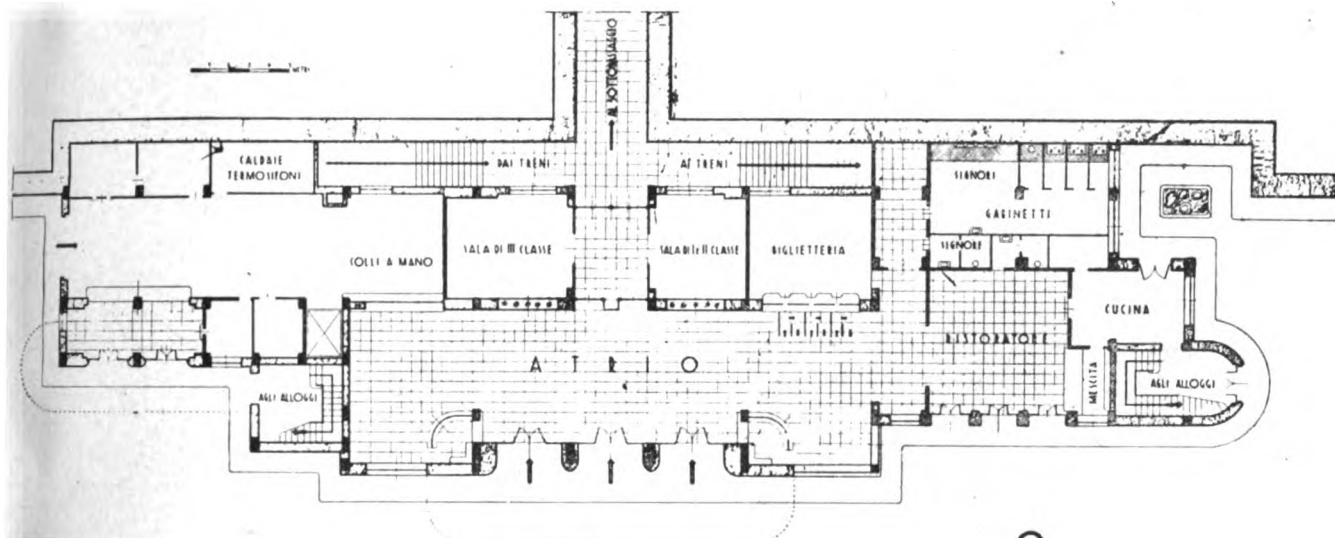
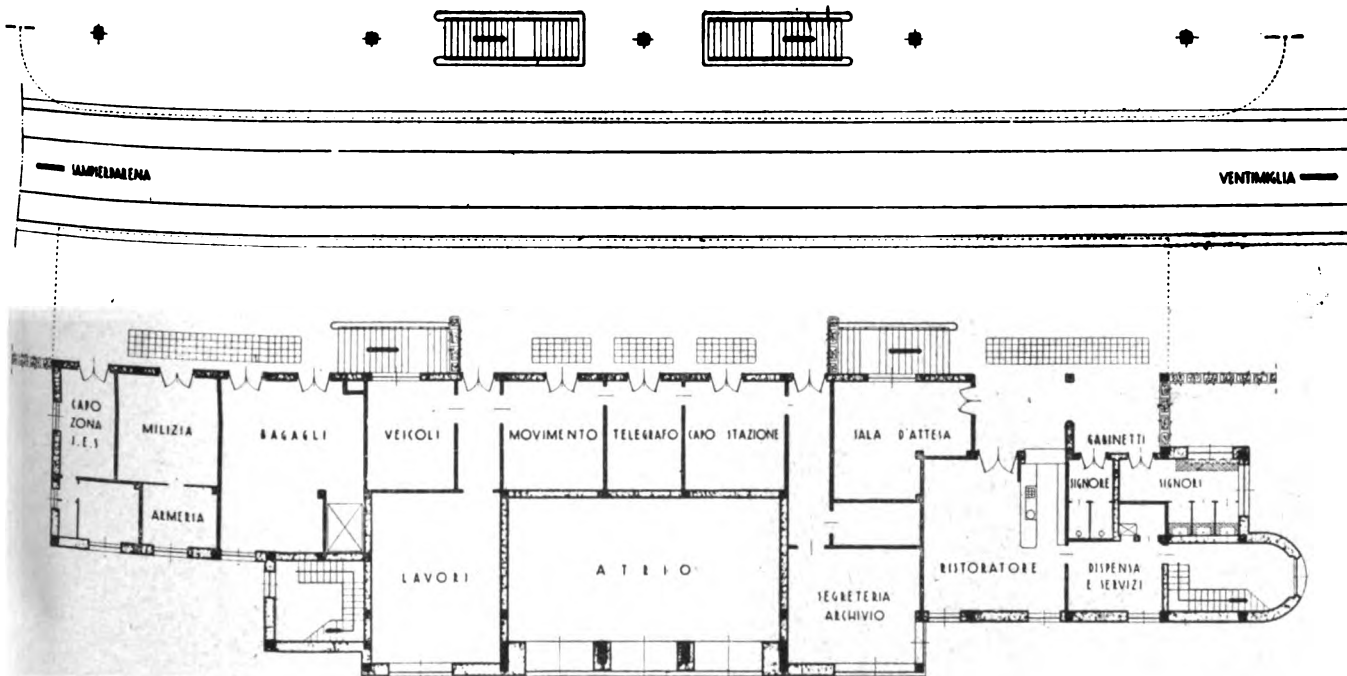
Con la costruzione del secondo binario della linea Genova-Ventimiglia fra Loano ed Albenga, nelle due stazioni estreme del tronco sono stati costruiti due nuovi fabbricati viaggiatori, nel cui progetto chi scrive ha cercato di realizzare opere di carattere moderno ma di assoluta sobrietà.

Albenga. — Il fabbricato di Albenga è disposto in senso leggermente obliquo alla via dei Mille e fronteggia un vasto piazzale, libero completamente dal traffico pe-

Prospetto verso la città (lato Ventimiglia).

sante, dato che i servizi merci si svolgono in un separato fabbricato, sul lato Genova al quale si accede con apposita rampa.

L'architettura, informata a criteri razionali, acquista bellezza per un'opportuna applicazione di materiali di rivestimento, quali la pietra di Castel Govone, nella parte basamentale, che bene si armonizza con il paramento di mattoni (cotto antico) dei due piani superiori, ed il marmo verde imperiale contornante con forti linee le porte e finestre sul prospetto verso ferrovia.

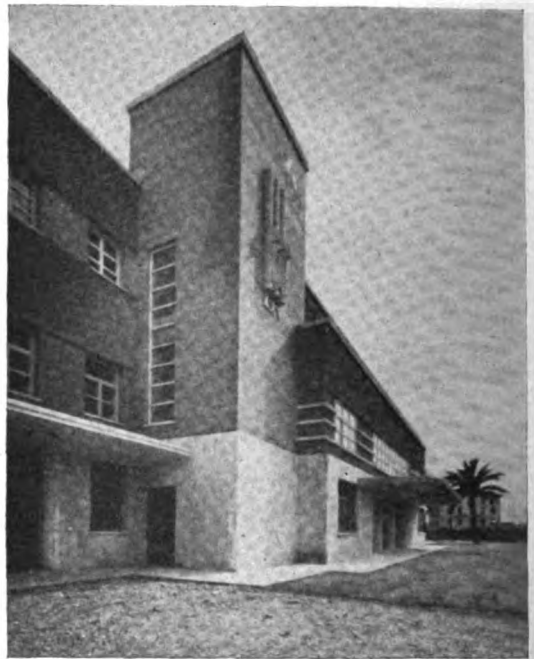
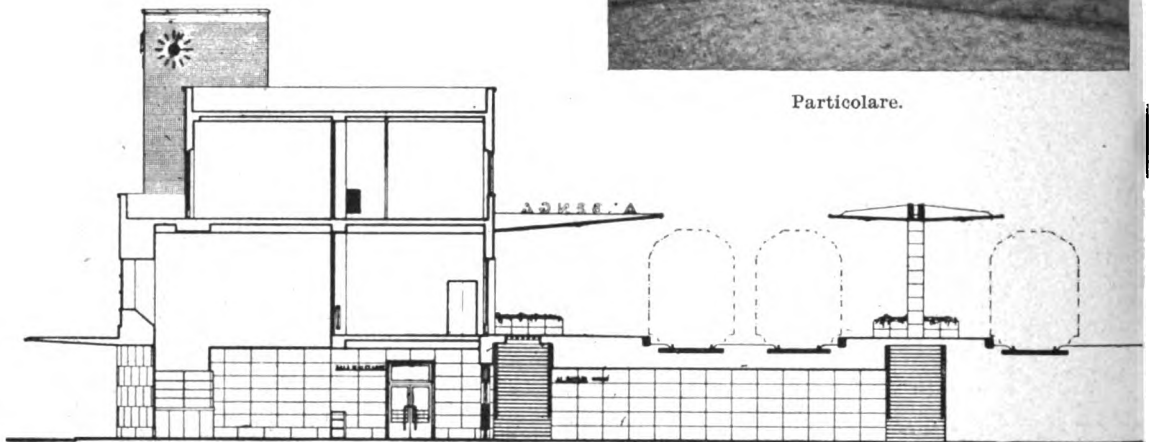
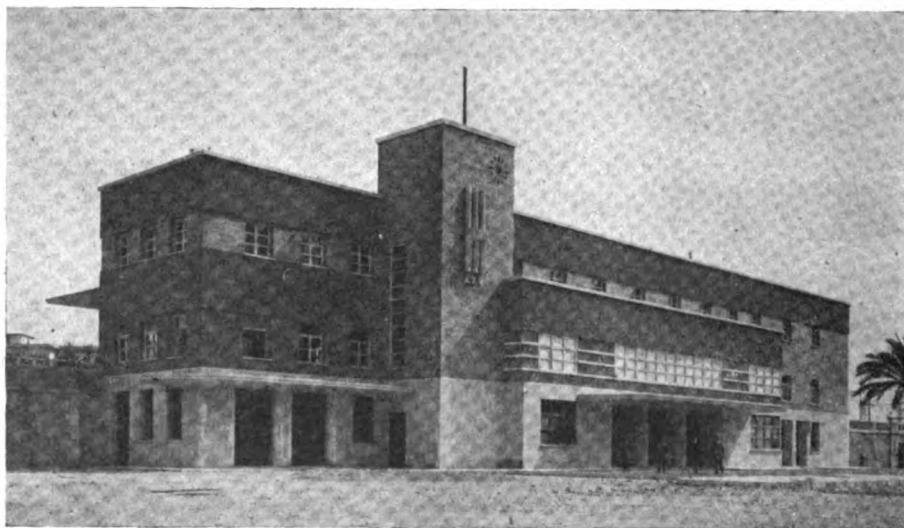
Per la differenza di livello di m. 3,50 tra il piazzale esterno e quello interno, il fabbricato risulta a tre piani verso città e due piani verso ferrovia.

La galleria del sottopassaggio è in comunicazione diretta con l'atrio e dà modo ai viaggiatori di portarsi direttamente al marciapiedi principale ed a quello intermedio superando brevi scale.

Pianta al piano terreno.

Pianta al piano del ferro.

4

Il sottopassaggio in corrispondenza delle scale d'accesso al 1° marciapiedi è illuminato da solai in vetrocemento.

La decorazione dei locali per il pubblico ha un tono di sobria signorilità con moderato impiego di adatti e nobili materiali; così la sala di 1ª e 2ª classe è stata rivestita con marmo brecciato di Vagli, la sala del ristoratore con marmo rosso Italia, il sottopassaggio e relative scale in pietra di Gastel Govone, l'atrio, la biglietteria, l'accettazione bagagli e sala di 3ª classe con travertino di Rapolano.

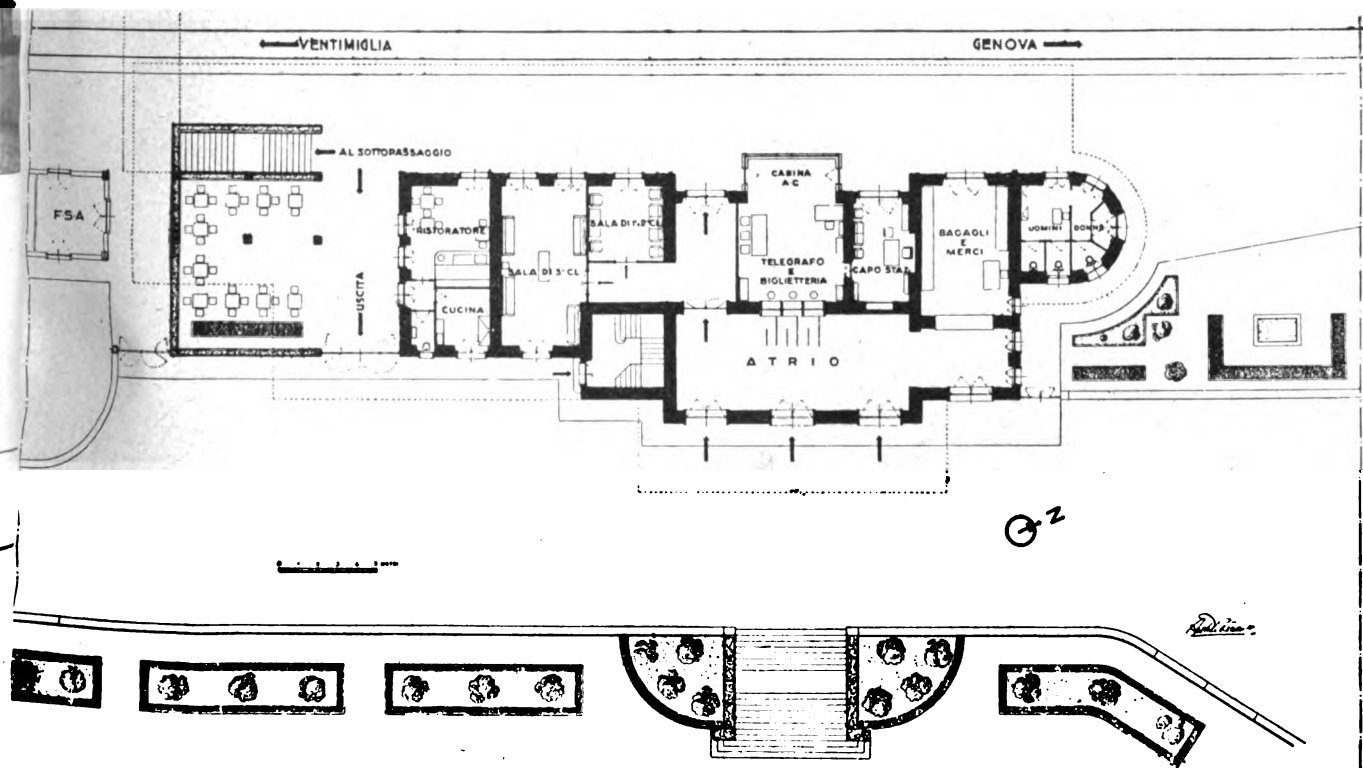
I pavimenti sono stati eseguiti con piccole tesserine della « Ceramica Ligure ».

Particolare.

Sezione trasversale sull'asse del sottopassaggio.

Prospetto verso Città (lato Sampierdarena).

Il piano superiore, al quale si accede dall'atrio a mezzo di comode scale, accoglie i vari servizi del movimento, il Comando della Milizia Ferroviaria, un secondo ristoratore ed un'altra sala di attesa.

La razionale disposizione degli ambienti nei due piani consente il regolare svolgimento dei servizi e permette al viaggiatore un facile orientamento.

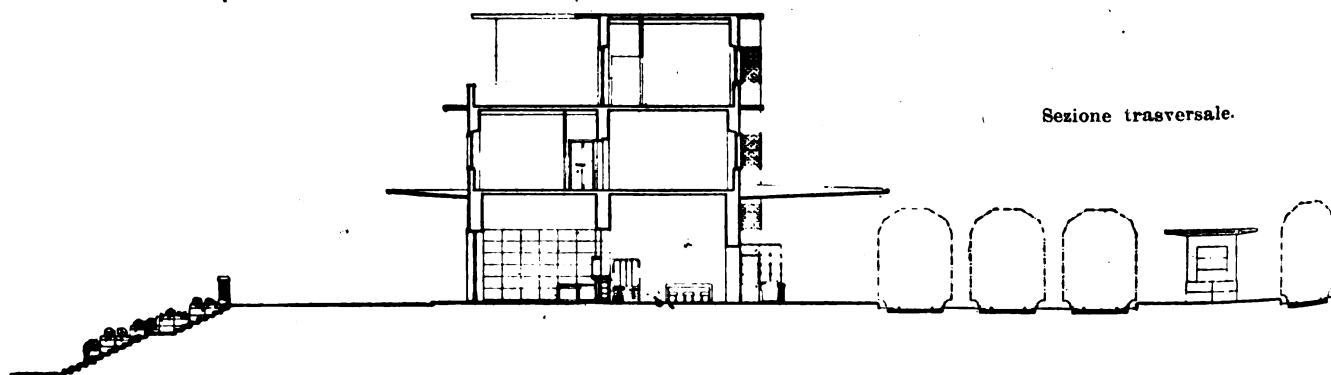
La costruzione, eseguita con struttura portante in cemento armato, è costata lire 1.500.000.

Fabbricati minori per i servizi merci ed accessori completano l'attrezzatura della Stazione.

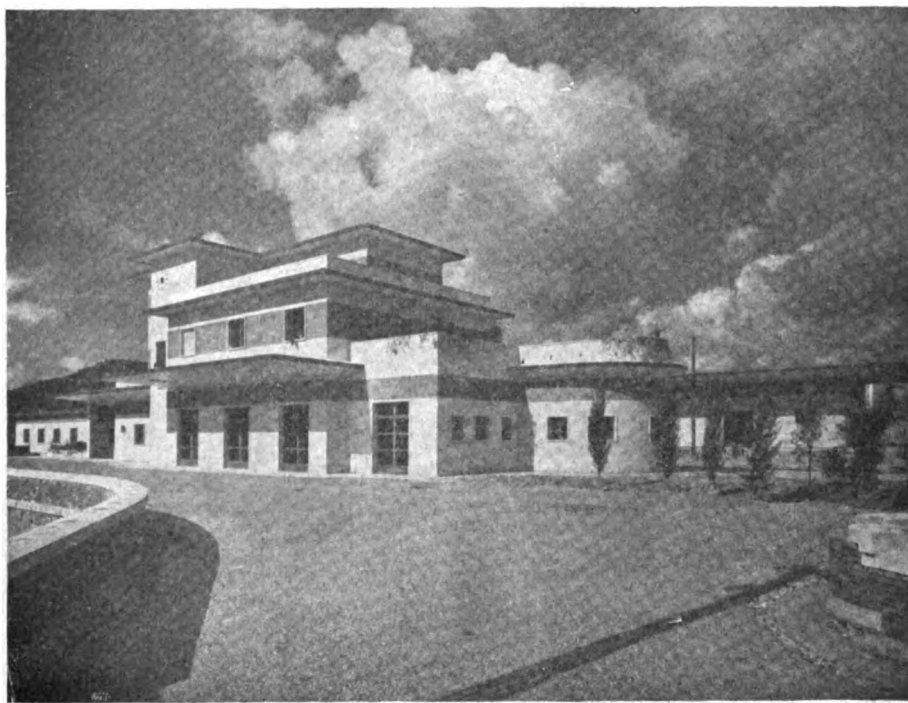
Loano. — La stazione di Loano è risultata piccola ma accogliente, comoda e semplice nel suo organismo, decorosa senza inutile sfarzo, adeguata alle crescenti esigenze del pubblico, e bene si ambienta nel pittoresco paesaggio della Riviera.

Pianta al piano terreno.

Come dimostra la pianta del fabbricato, la distribuzione dei servizi risulta chiara e razionale. Nel piano terreno, dall'ampio atrio in cui è sistemata un'elegante biglietteria, si accede ai locali del servizio bagagli ed alle sale di aspetto e poi dal primo marciapiedi al sottopassaggio ed al ristoratore, che, oltre alla sala da pranzo, ha un'ampia e panoramica terrazza coperta. Nei due piani superiori si hanno gli alloggi per il personale. Oltre al nuovo fabbricato viaggiatori con marciapiedi principale sul fronte ed uno intermedio fra il 2° e 3° binario, si è provveduto alla costruzione di una pensilina in cemento armato dell'aggetto di m. 6,50 sul marciapiede principale, verso ferrovia, di un moderno magazzino merci e di un fabbricato isolato per servizi accessori.

Prospetto verso Città (lato mare).

Prospetto verso i binari.

Sezione trasversale.

Particolare.

Veduta dal piazzale interno (lato Genova).

Vista d'insieme.

Il marciapiedi lungo la fronte del fabbricato è messo in comunicazione con il marciapiedi intermedio dal sottopassaggio. Le pareti del sottopassaggio sono state rivestite in lastre di pietra di Castel Govone, mentre i gradini delle comode scale di accesso sono rivestiti con marmo di Carrara di prima scelta. L'illuminazione è stata realizzata con apparecchi a muro di vetro opalin.

La struttura dei fabbricati è in muratura ordinaria con solai e terrazze di cemento armato. I pavimenti dei locali per il pubblico sono in tesserine della « Ceramica Ligure »; le pareti dell'atrio sono rivestite di marmo brecciato di Vagli, gli zoccoli delle sale di attesa di marmo chiampo rosato e bardiglio Gioia, e le pareti del ristorante di cipollino apuano.

All'esterno la zona basamentale ed i contorni di porte e finestre sono di pietra di Castel Govone, la parte superiore è a fascioni orizzontali di intonaco a tinta incorporata e di mattoni di paramento cotto nuovo.

L'edificio è costato L. 600.000.

Le nuove costruzioni di Albenga e Loano costituiscono l'inizio della sistemazione di quelle stazioni della Riviera di Ponente che ancora oggi hanno come fabbricati viaggiatori costruzioni in legname.

Questa sistemazione implica problemi di urbanistica; e se le soluzioni si presentano svariate per diversità planimetriche ed altimetriche, la linea maestra che si impone al progettista è sempre quella di un'architettura italiana che sia l'espressione viva ed integrale dell'ambiente regionale.

I temi della IV riunione internazionale della rotaia.

(*Continuazione: vedi pag. 147*)

V. — Questioni generali.

1) Il parametro forma e il parametro qualità in relazione alla durabilità di alcuni materiali ferroviari.
2) Miglioramento della suola della rotaia mediante un processo di laminazione speciale.
3) L'eccellente resistenza all'usura delle rotaie vecchie e loro riproduzione nel servizio moderno.
4) Progressi metallurgici nell'armamento ferroviario dell'Austria.
5) Prove comparative di corrosione su acciai da rotaie.
6) Sulla determinazione del profilo più favorevole per il gambo delle rotaie ferroviarie

VI. — Saldatura.

1) Condizioni uniformi per l'esame ed il collaudo di giunti di rotaie.
2) Irregolarità nelle saldature di rotaie.
3) La saldatura allumino-termica nella costruzione di rotaie lunghe e nel binario continuo.
4) Ricerche su rotaie saldate elettricamente a resistenza.
5) Esame comparativo di acciai duri da rotaie saldati a mano od a saldatura automatica elettrica.
6) Lo sviluppo della saldatura autogena per giunti di rotaie.
7) I più importanti punti di vista per il giudizio tecnico ed economico sulla saldatura dei giunti di rotaie.
8) La resistenza all'usura delle rotaie tramviarie.
9) Esperienze sulla saldatura di rotaie negli Stati Uniti (con riproduzione cinematografica).

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Locomotiva elettrica trasformata in Diesel-elettrica (*Railway Age*, 23 aprile 1938).

Una locomotiva elettrica da 60 tonn. a trolley, adibita a servizio interurbano sulle linee della Toledo & Western nel Michigan, è stata trasformata in Diesel-elettrica. Nei lavori di trasformazione tutta la soprastruttura, ad eccezione della cabina, è stata demolita: soltanto il telaio inferiore, i carrelli e l'equipaggiamento del freno sono stati mantenuti, naturalmente dopo un'accurata revisione. Anche gli archetti sono stati aboliti, non essendosi richiesta la possibilità (che d'altronde si sarebbe facilmente ottenuta) del doppio esercizio, cioè con alimentazione dal-

FIG. 1. — Locomotiva trasformata in Diesel-elettrica.

la linea di contatto o con autoalimentazione. Così trasformata, la locomotiva ha una lunghezza totale di m. 11,52, larghezza m. 2,92 e altezza massima m. 4,038. I carrelli, bilanciati, a quattro ruote, hanno ciascuno un'interasse rigido di m. 2,18; i perni dei carrelli distano m. 5,56. Le ruote sono di acciaio laminato, ed hanno diametro di 90 cm. Il peso a vuoto è di tonn. 65; quello col carico di combustibile, sabbia e acqua è di tonn. 71.

La parte motrice consiste in:

— due motori Diesel con sei cilindri aventi l'alesaggio 180 mm. e mm. 250 di corsa all'incirca. La cilindrata è di 37.800 cm³. Il motore ha la potenza di 250 HP a 1000 giri al minuto. Il consumo a pieno carico è di 0,2 kg. per HP ora al freno.

— due generatori elettrici, collegati direttamente al rispettivo motore e montati su base comune a quello. Complessivamente essi possono fornire (naturalmente sovraccaricando del 100 % i motori Diesel) 800 HP. I generatori principali suddetti hanno autoeccitazione, con un campo di eccitazione alimentato da una batteria di accumulatori;

— quattro motori di trazione (che facevano parte dell'equipaggiamento originario della locomotiva) del tipo a ventilazione forzata;

— una batteria Exide a 16 elementi, della capacità di 720 ampère. Tale batteria serve non solamente, come si è detto, ad aumentare la tensione del campo di eccitazione dei generatori principali, ma anche ad alimentare gli apparecchi di manovra e per l'illuminazione della

locomotiva. La batteria viene caricata mediante i generatori in tampone; la carica a fondo può essere ottenuta collegando la batteria al circuito di eccitazione del generatore.

L'aria per l'avviamento dei motori è ottenuta, indipendentemente dal sistema del freno, mediante un compressore azionato da un motore a petrolio della potenza di 3 HP, e che comprime l'aria nei serbatoi fino alla pressione di 25 atmosfere. Quando i serbatoi sono pieni, l'aria è sufficiente per circa 20 avviamenti. I motori Diesel si avviano con una pressione di 10 atmosfere.

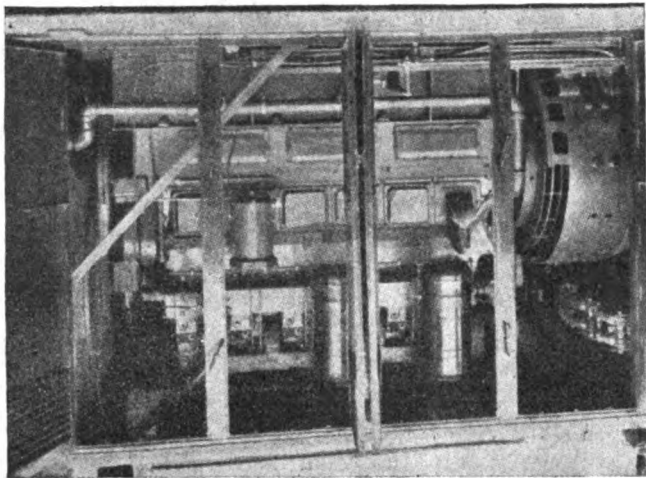



FIG. 2. — Vista di uno dei complessi moto-generatori.

La locomotiva può funzionare tanto con l'uno quanto con l'altro complesso motore.

L'aria per il funzionamento dei freni (che sono di tipo Westinghouse) è fornita da un compressore della capacità di 1400 litri al minuto. Ognuno dei due compressori è azionato indipendentemente dalla corrente fornita da uno dei generatori principali: l'aria così fornita può essere utilizzata soltanto per il sistema di frenatura.

Lo sforzo massimo di trazione è di kg. 16.500 col 25% di adesione alla velocità di 16 km. ora; lo sforzo è di kg. 6.350. La velocità massima è di 65 km. ora

Lo sforzo di trazione è basato sulla potenza normale di 250 HP per motore Diesel.

La fig. 1 rappresenta la locomotiva così trasformata; la fig. 2 rappresenta uno degli impianti moto-generatori (per farlo vedere sono stati rimossi i pannelli di copertura). — F. BAGNOLI.

(B. S.) Rotture degli assi di automotrici (*Traction nouvelle*, marzo-aprile 1938).

Questo studio, come avverte il corsivo redazionale che lo precede, esprime opinioni personali dell'A., che è l'ingegnere Chatel sotto-capo del servizio officine della trazione della Regione del Nord, senza impegnare la responsabilità delle Ferrovie francesi, le quali hanno preso provvedimenti, per evitare la rottura di assi, di cui non è fatto parola nell'articolo.

L'A., dopo aver informato che si sono verificate in Francia una trentina di rotture su tre o quattro tipi di automotrici, la maggior parte dopo percorsi fra i 60.000 ed i 120.000 Km., analizza brevemente i risultati e le conclusioni da trarre dagli studi compiuti parallelamente dalle Reti interessate e dai costruttori per evitare questi incidenti.

Una prima constatazione da farsi è quella della flessione degli assi che, per acciaio speciale (res. alla rottura 100 kg/mmq.), può raggiungere sotto carico i 2 ÷ 3 mm ; ciò deriva dal fatto che per guadagnare in peso sfruttando le alte qualità meccaniche del materiale si è spinta la percentuale di fatica riducendo il diametro e, così, il modulo d'inerzia.

Questa flessione costringe a precauzioni speciali al momento della calettatura delle ruote per restare nei limiti dello scartamento dei bordini; in marcia, fa lavorare fortemente l'asse a flessioni rotative; infine, ciò che è più grave, dà luogo per la velocità critica a fenomeni vibratori di risonanza: la velocità critica, applicando la formula di Föppl (1) per una automotrice Renault

(1) $N_c = 945 \sqrt{\frac{\Sigma P_i F_i}{\Sigma P_i F_i^2}} \frac{t}{m}$, dove P_i ed F_i sono la forza e la freccia nella sezione di indice i.

A B J sarebbe di 108 km/ora, sorpassata frequentemente in servizio, e può diminuire per fenomeni secondari, quali l'aumento delle freccie calcolate per l'asse in seguito a urti sui giunti e a variazioni della coppia motrice. Il suo effetto può essere una distruzione lenta del metallo, proseguendo le rotture più o meno rapidamente.

Le localizzazioni delle rotture dipendono poi dal cattivo tracciato degli assi e delle ruote, che provocano accrescimenti di fatica in punti ben determinati, e dal serraggio eccessivo delle ruote sull'asse come dimostrano le fotografie di rilievi foto-elasticimetrici eseguite nel laboratorio Timken a Canton (Ohio, U. S. A.) di cui qui ne è riprodotta una.

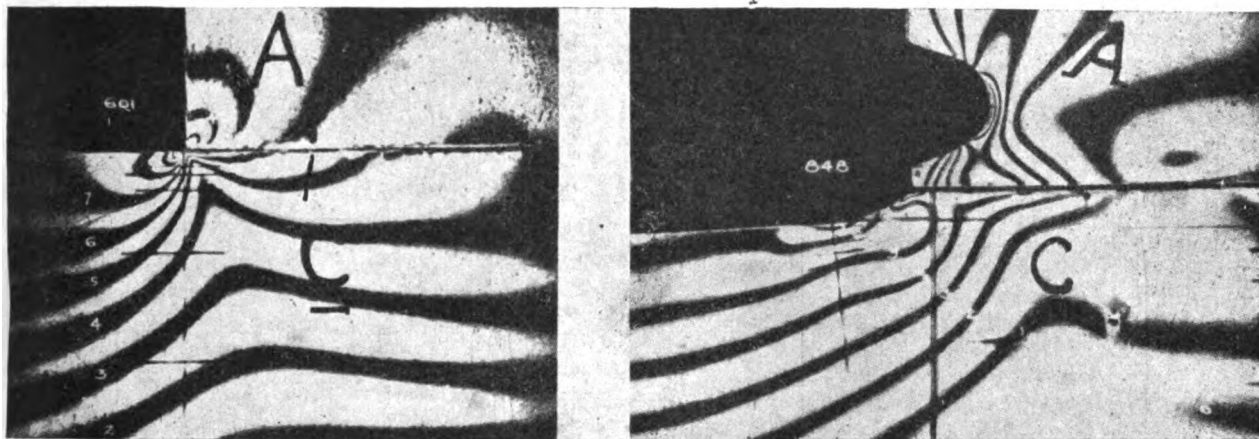



Figura di foto-elasticimetria ottenuta al laboratorio Timken, che dimostra la ripartizione della fatica. A, centro della ruota — C, portata di calettatura.

Circa la natura del metallo, quale determinante delle rotture, le prove fisico-chimiche effettuate non hanno approdato a nulla; si è constatato tuttavia che gli acciai speciali sono più sensibili dell'acciaio al carbonio alle flessioni quando vi sono variazioni di sezione.

Dal che, secondo l'A. non bisogna dedurre che un alto limite di fatica non sia desiderabile; ma, semplicemente, che con gli acciai speciali occorre ricercare materiali con limite di fatica molto più elevato. Ciò si va facendo da parte di alcune officine come la Renault, che ha adottato un acciaio al Ni Cr Mo da 62 kg/mmq di limite alla fatica.

L'articolo, dopo accennato rapidamente ai metodi elettrici e magnetici di esame e ricerche delle cricche, enumera gli sforzi statici e dinamici da tener presenti nel calcolo degli assi, che sono quelli che si considerano comunemente, ai quali si dovrebbero aggiungere i seguenti sforzi dinamici:

a) sforzo dovuto alle accelerazioni verticali (0,4 del peso sospeso);

b) sforzo dovuto al serpeggiamento (0,4 del peso) da applicarsi al baricentro della cassa per il peso di questa, del carrello per il peso sospeso di questo, all'asse dell'assale per il peso non sospeso: la componente di ciascuna di queste tre forze sarà applicata alla molla spirale.

L'A. conclude dicendo che bisogna essere prudenti nell'accettazione delle fatiche calcolate per l'assale, anche tenendo conto della sensibilità degli acciai speciali alle fatiche alternate. Queste fatiche non dovrebbero superare il doppio di quelle ammesse per gli assali di comune acciaio al carbonio. Il modulo d'inerzia può essere allora diviso per due e un semplice calcolo dimostra che il rapporto dei pesi fra asse in acciaio speciale e asse in acciaio al carbonio sarebbe di 0,65 circa.

Il guadagno di peso sarebbe del 35 % circa, ossia al massimo 400 kg per unità tenendo conto del guadagno nelle boccole; e dato il prezzo, più elevato di almeno l'80 %, degli assali in acciaio speciale, converrebbe, secondo il pensiero dell'A., ritornare all'impiego dell'acciaio al carbonio, almeno per le automotrici ordinarie.

Per quelle rapide, una soluzione soddisfacente sarebbe data dall'asse cavo in acciaio speciale che a parità di peso presenta un modulo d'inerzia più elevato; a condizione che la foratura sia fatta con la maggior cura e che si prendano le precauzioni seguenti: adozione di un coefficiente di sicurezza di almeno due sul limite di rottura a flessione alternata determinato su modelli ridotti; gole di scarico sul mozzo delle ruote; diminuzione della pressione di serraggio delle ruote monoblocco; tracciato accurato dell'assale, senza variazioni brusche di sezione; ripartizione uniforme il più possibile delle elasticità di torsione da una parte e dall'altra del pignone d'attacco. — DEL.

(B. S.) La saldatura nel servizio di manutenzione delle linee presso le ferrovie dello Stato polacche (*Inzynier Kolejowy*, febbraio 1938).

Negli ultimi sette anni le ferrovie dello Stato polacche, che prima d'allora non avevano praticato la saldatura delle rotaie, hanno applicato su vasta scala la saldatura elettrica ed autogena nei lavori di manutenzione del binario. La saldatura autogena è stata applicata in modo speciale per la riparazione dei pezzi d'incrocio e degli scambi, per quanto riguarda la saldatura autogena: anzi, l'A. sostiene che le ferrovie polacche furono le prime ad adottarla in tale genere di lavori; e che questo procedimento è preferibile e dà migliori risultati della saldatura elettrica; e ciò per le seguenti ragioni:

a) minime spese d'impianto, rispetto agli impianti necessari per la saldatura elettrica;
b) maggiore durata ed efficacia della saldatura;
c) minori soggezioni e limitazioni di movimento.

L'articolo fornisce interessanti particolari circa il modo di procedere e i risultati ottenuti coi sistemi suddetti nei seguenti lavori: congiunzione mediante saldatura delle estremità delle rotaie; riparazioni delle crinature delle rotaie; saldatura delle stecche di giunzione. Su questo punto vengono forniti molti particolari, tanto circa la pratica seguita in Polonia, quanto su quella seguita da altre ferrovie, su vari tipi di stecche. Viene infine accennato all'applicazione della saldatura in altri lavori di manutenzione della linea. I sistemi descritti vennero ritenuti tra i migliori nelle discussioni tenute durante il congresso delle rotaie a Budapest nel 1935; e meritarono una medaglia d'argento al congresso della saldatura di Londra nel 1936: l'articolo, quindi, merita una particolare attenzione. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Grandi locomotive Diesel (*The Railway Gazette*, supplemento, 13 maggio 1938).

Durante gli ultimi dodici mesi si è manifestata una generale tendenza allo sviluppo delle costruzioni di grandi locomotive Diesel di potenza da 1800 HP in su, tendenza in contrasto con quella che prima aveva generalmente prevalso.

Fuori d'America, questo orientamento ha culminato nella costruzione della locomotiva Sulzer da 4000 HP per le ferrovie rumene, che ha recentemente iniziato le prove, e con l'altra, ormai ultimata, di una seconda locomotiva da 4400 HP per la P. L. M.

Non vi sono attualmente in costruzione altre locomotive di tali potenze in Europa; peraltro il Parlamento norvegese ha autorizzato la ordinazione di una locomotiva Diesel elettrica da 4000 HP per la linea Oslo-Bergen.

Prossimi sviluppi possono prevedersi, in vista del soddisfacente servizio della locomotiva da 4000 HP in prova sulla P. L. M. fino dalla scorsa estate, che probabilmente sarà ammessa a regolare servizio: alcuni inconvenienti dell'equipaggiamento elettrico e dei servizi ausiliari non sono apparsi tali da infirmare le qualità del progetto e della costruzione.

In questo campo potrà rendere utili servigi l'esperienza fatta in America, dove da più di due anni sono in servizio parecchie locomotive di potenza da 1800 a 3600 HP,

Le recenti super-locomotive Diesel, in servizio sulle linee principali, sono generalmente di tipo a 2 gruppi motori gemelli, e ciascuna metà è l'esatto duplicato dell'altra.

La maggior locomotiva a complesso motore singolo raggiunge i 2000 HP (locomotiva Busch-Sulzer) ha 10 cilindri, è a due tempi ed è usata per treni merci pesanti e brevi distanze.

Oltre questa potenza, tutte le locomotive Diesel sono impiegate per servizi rapidi da passeggeri, salvo la locomotiva rumena che fa anche servizio merci sulla linea montagnosa e a curve strette da Campina a Brassov.

Entrambe le locomotive della P. L. M. sono composte di due metà simili, ciascuna con 4 — 6 — 4 ruote.

La trasmissione elettrica è di uso quasi generale, normalmente con motori sospesi ed assi oscillanti.

La sovralimentazione per mezzo di turbocompressori mossi dai gas di scarico rappresenta il maggior progresso che ha reso praticamente applicabili questi tipi di locomotive. Contro un aumento di peso dell'8-10 % ed un aumento di prezzo approssimativamente dello stesso ordine, la potenza motrice continua sviluppata ha potuto raggiungere il 35 ÷ 40 % senza complicazioni addizionali o aumenti negli organi di raffreddamento; per di più, questo incremento è stato ottenuto senza aumenti di ingombro, circostanza decisiva che ha consentito di installare motori di 2000 HP comodamente, restando dentro le sagome normali.

Il peso delle locomotive Diesel, con motori sovralimentati a 4 tempi, è inferiore a 52 kg per HP, mentre nelle locomotive americane non sovralimentate, con impiego di acciai speciali, il peso è di 56 a 65 kg per HP.

Notevoli differenze costruttive fra le locomotive super Diesel americane e quelle europee: mentre in Europa sono accoppiati due soli gruppi motori sovralimentati, a 4 tempi, in America si aggruppano da 3 a 6 motori a 2 tempi non sovralimentati per potenza da 3000 HP in su, e 2 soltanto per potenze da 1800 a 3000 HP. Così, nella nuova locomotiva tripla da 5400 HP della Union Pacific Railroad si hanno 72 cilindri contro i 24 della locomotiva P. L. M. da 4000 HP. — Dfl.

(B. S.) Il dirigente centrale per la distribuzione di energia elettrica di Parigi (*Revue Générale de l'Electricité*, 21 maggio 1938).

Nel caso di una rete di distribuzione di notevole vastità e complicata come quella che serve ad alimentare la città e la regione di Parigi, si imponeva la centralizzazione delle manovre delle singole sottostazioni; tanto più che, nel caso considerato, sono anche molteplici le sorgenti dell'energia che alimentano le varie sottostazioni a 12.000 Volt. Pertanto la Compagnia Parigina di distribuzione di Elettricità, allo scopo di prendere tempestivamente tutte le disposizioni necessarie per assicurare in modo assoluto la continuità del servizio e di utilizzare nel miglior modo le disponibilità di energia, ha creato quattro anni fa un servizio di « dirigente centrale » istallato nella sede stessa della Compagnia.

Nell'articolo citato gli AA. espongono innanzi tutto i motivi che giustificano questo servizio: essi, in definitiva, sono simili a quelli esposti in precedenti recensioni (1); ci limiteremo pertanto a descrivere sommariamente l'impianto come nel caso specifico è stato realizzato.

Lo strumento principale di cui dispone il dirigente centrale è costituito da una rete telefonica speciale, chiamata « di sicurezza ». Questa collega tutte le sottostazioni, ciascuna sorgente di energia, il posto di dirigente « Messine » con il tavolo dell'operatore del posto centrale di dirigente unico, posto chiamato « Vienne ». Si hanno due linee distinte, che seguono percorsi diffe-

(1) Vedi: *Interconnessioni di reti di distribuzione elettrica e contratti di scambio di energia negli Stati Uniti* (« Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », 15 gennaio 1936, pag. 46). — *L'azione dei « servizi di economia » presso le società americane di produzione di energia* (« Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », 15 agosto 1936, pag. 116).

renti. Una linea, chiamata « principale », passa in separazione per l'ufficio del capocentrale o del capo della sottostazione: l'altra linea è chiamata « linea quadro ». Inoltre sono collegate col dirigente centrale anche i posti di guardia permanente dei servizi « canalizzazione », illuminazione

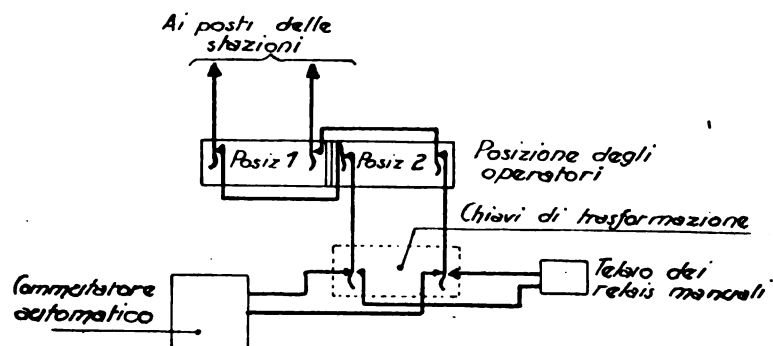



FIG. 1. — **Schema dell'organizzazione generale della rete telefonica di sicurezza.**

pubblica abbonati, il posto di dirigente centrale di Saint Denis, il posto di Charenton e quello di Villejuif. Dopo essere passate in separazione per il centralino manuale del dirigente, le linee terminano in un commutatore automatico (vedi fig. 1), di modo che ogni corrispondente può chia-

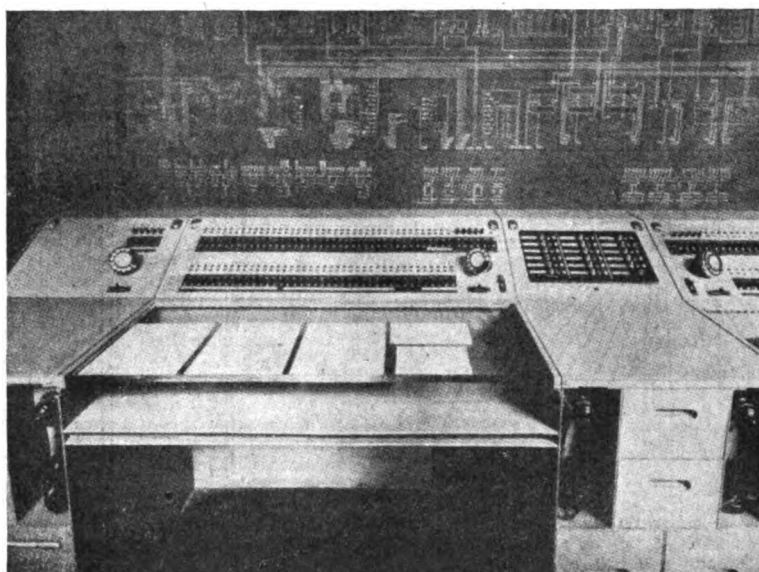



FIG. 2. — **Vista di un tavolo-centralino telefonico nella sala di dirigenza centrale.**

mare qualunque altro formando un numero di due sole cifre. Il centralino manuale del dirigente ha due posti di operatore. Ogni linea vi è rappresentata mediante una chiave a tre posizioni e tre lampade di segnalazioni (vedi fig. 2). Per chiamare un posto, il dirigente abbassa semplicemente la chiave corrispondente, con ciò egli invia sulla linea una corrente di chiamata a 25 periodi. Quando il posto chiamato solleva il ricevitore, cessa automaticamente la corrente di chiamata e può iniziarsi la conversazione. Per chiamare parecchi posti simultaneamente, il dirigente abbassa le chiavi corrispondenti. Vi è una chiave « di chiamata generale » che permette di chiamare simultaneamente tutti i posti. Per chiamare il dirigente, i corrispondenti sganciano il ricevitore e, dopo avere ottenuto la tonalità di trasmissione, formano la sola cifra 1. Ciò provoca l'accen-

sione, sulle posizioni, di una delle tre lampade relative alla linea che chiama, nonchè il funzionamento di una soneria di chiamata; per rispondere, il dirigente abbassa la chiave corrispondente alla lampada di chiamata illuminata. Questa lampada bianca resta però illuminata fino all'abbassamento della chiave, anche dopo il riagganciamento del posto che chiama. La seconda lampada (verde) è di controllo, e indica che il posto all'estremità della linea è sganciato; ciò allo scopo di impedire al dirigente di interrompere involontariamente una conversazione stabilitasi tra due stazioni. La terza lampada (rossa) indica semplicemente l'occupazione della linea da parte del secondo posto del dirigente. In caso di necessità, il dirigente può interrompere una conversazione in corso; basta che abbassi la chiave della linea del corrispondente a cui egli desidera parlare. In caso di guasto al commutatore automatico, il servizio può essere continuato dal dirigente stesso. A tale scopo, su ciascuna linea è stata istallata una chiave « di trasformazione », che, se azionata, la isola dal commutatore e la rinvia su relè di alimentazione speciali. In questo caso, all'atto dello sganciamento da parte di un posto di chiamata, il chiamante non sente alcuna tonalità di chiamata, invece si accende la lampada di chiamata anche al posto del dirigente. Quest'ultimo abbassa la chiave della linea chiamante e annuncia la sua presenza. Se gli viene chiesta la comunicazione con un altro posto, egli può stabilirla, sia abbassando verso di sè la chiave quando egli vuole prendere parte alla conversazione, sia mettendo le chiavi dei due posti in terza posizione, se la conversazione non l'interessa: lo spegnimento delle lampade gli indica la fine della conversazione.

Le caratteristiche principali di questa rete telefonica sono le seguenti: 1° qualità delle conversazioni: poichè i circuiti utilizzati sono rigorosamente equilibrati rispetto alla terra, non vi è rumore in linea; 2° grande rapidità nello stabilirsi delle conversazioni; 3° semplicità di manovra; 4° intercomunicazione automatica completa tra tutti i posti; 5° segreto di conversazione; 6° centralizzazione completa di tutti gli organi che richiedono una manutenzione speciale; infatti, all'infuori del posto centrale, tutti gli altri non hanno che telefoni ordinari; 7° indipendenza dei posti in caso di disturbi o guasti.

A ciascuna delle posizioni del centralino manuale giungono anche altre linee esterne: due linee dei telefoni dello stato, due comunicazioni colla centrale telefonica della sede della società, due linee della rete automatica della Compagnia, una linea della rete automatica privata dell'Unione di Elettricità, una comunicazione diretta col comando dei Vigili del fuoco. Ogni posizione dispone di due combinati, situati uno a destra e uno a sinistra dell'operatore. La posizione di destra prende in priorità le linee « quadro »; la linea di sinistra prende le linee « principali ». Tutte le linee della rete di sicurezza possono essere prese tanto dall'uno che dall'altro dei combinati; le linee delle altre reti in relazione con il combinato di sinistra di uno dei posti di dirigente sono in relazione con il combinato di destra dell'altro e viceversa; di modo che, utilizzandosi per lo più il combinato di sinistra (per lasciare libera la mano destra) i posti di operatore si completano, invece di disturbarsi a vicenda.

Il quadro è stato studiato in modo particolare, in modo da permettere ai dirigenti centrali la manovra agevole delle chiavi e di dar loro la comodità di scrivere, nonchè di consultare i documenti che interessano il servizio. L'operatore può anche abbracciare l'intero quadro schematico della situazione della rete, che è applicato su un diaframma metallico di fronte al mobile del centralino.

Detto quadro indicatore è, nel caso in esame, a manovra a mano; ma è noto che ne esistono di automatici e di elettrici. L'articolo riporta le ragioni che hanno indotto ad adottare tale sistema, e i mezzi escogitati per ovviare agli inconvenienti che esso presenta.

Il dirigente ha a sua disposizione telewattmetri registratori che gli ritrasmettono le indicazioni ricevute dal posto di dirigenza centrale « Messine »; un frequenziometro registratore, due voltmetri registratori, di cui uno a scorrimento accelerato in caso di disturbi, un indicatore dell'ora. Due grandi planimetrie alla scala 1/5000 rappresentano l'alimentazione delle sottostazioni e il tracciato delle gallerie e dei cavi di alimentazione direttamente posati nel sottosuolo. Vi sono anche parecchie se-

zioni delle gallerie. Un porta disegni, munito di svolgitori a molle, permette al dirigente di consultaree facilmente i disegni di cui ha bisogno.

Tra l'altro, vi è un classificatore a cartellini visibili, del tipo « a portafoglio », che indica per ogni guasto di alimentazione, le sottostazioni a riporto libero e quelle a riporto diretto, i tagli previsti per i riporti e gli altri riporti possibili. Altri classificatori indicano, per ogni cavo di utente ad alta tensione, la lista e l'indirizzo delle cabine servite e per ciascuna di esse la potenza totale, la potenza assorbita per illuminazione, i soccorsi possibili ad alta o a bassa tensione. Tralasciamo la descrizione

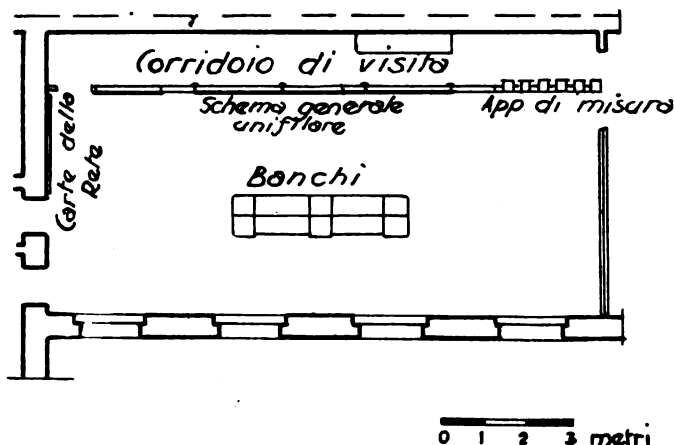



FIG. 3. — Pianta della sala di dirigenza centrale.

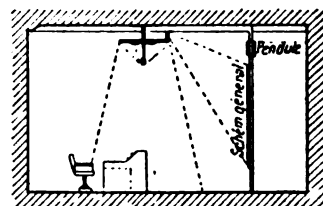



FIG. 4. — Sistema adottato per l'illuminazione dei tavoli degli operatori e dello schema generale della rete di distribuzione.

di altre indicazioni messe a disposizione del dirigente. La fig. 3 rappresenta schematicamente la planimetria del posto di dirigenza.

E' interessante osservare il sistema di illumina zione adottato per gli schemi murali e per la tavola degli operatori (vedi fig. 4).

In una sala contigua il dirigente dispone, in caso di necessità, della totalità dei piani di canalizzazione alla scala 1/2000, e può seguire così il procedere delle ricerche di guasti e delle riparazioni.

Eccettuati questi ultimi piani di canalizzazio ni, l'intera istallazione del dirigente centrale è ripetuta nel secondo sotterraneo del fabbricato, destinato ad essere utilizzato in caso di incendio. Esso si trova precisamente in corrispondenza agli ingressi dei cavi telefonici nel fabbricato. Il passaggio dall'uno all'altro dei sistemi di dirigenza centrale si fa molto rapidamente, mediante la semplice manovra di alcuni commutatori.

Infine l'articolo si dilunga a dimostrare che, q ualunque sia l'attrezzatura tecnica della dirigenza centrale, occorre preparare minuziosamente e scru polosamente gli operatori all'esplicazione di un compito quanto mai difficile, e che impone una profonda e completa conoscenza di tutto il complesso della rete di distribuzione, a cominciare dalle sorgenti dell'energia, per finire alle utenze.

Naturalmente, si sono dovuti inviare gli aspiranti dirigenti centrali a far pratica in tutti i vari servizi.

Concludendo, gli autori constatano che una pratica quadriennale ha dimostrato la perfetta organizzazione e la enorme utilità del sistema di centralizzazione adottato. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Una missione francese agli Stati Uniti per studiare l'impiego e la manutenzione dei treni Diesel americani (*Traction nouvelle*, maggio-giugno 1938).

La Rete del Nord delle Ferrovie francesi ha inviato una missione agli Stati Uniti, dal 1.o settembre al 13 ottobre 1937, per ottenere una documentazione particolareggiata sulle condizioni di servizio, di manutenzione e di costruzione dei treni Diesel: questa missione, preso contatto una prima volta coi funzionari competenti delle Compagnie, ha accompagnato i treni più carat-

teristici, ha esaminato gli impianti di manutenzione, quindi è ritornata ai servizi centrali delle reti per richiedere precisazioni sui punti ritenuti, per diversi titoli, più degni di attenzione durante le visite.

L'articolo citato, a firma M. Chatel e G. Bondon, riassume i risultati di queste osservazioni, di cui si riportano qui alcuni fra i più interessanti.

L'automobile in massima parte, ed anche l'aeroplano in misura non trascurabile, recarono una diminuzione costante nel traffico viaggiatori delle reti americane, determinatasi fino dal 1923 ed accentuatasi dopo la crisi del 1929. Il coefficiente di occupazione dei treni, definito dal rapporto passeggeri — km/treni — km era caduto da 80 nel 1920 a 40 nel 1932.

L'americano viaggia poco per ferrovia: in media compie 4 viaggi all'anno percorrendo 234 chilometri.

La concorrenza è maggiormente sentita nelle comunicazioni che interessano le reti dell'Ovest: per es., da Chicago a Los Angeles occorrono in ferrovia 53 ore mentre con l'aeroplano basta una giornata; inoltre i servizi aerei sono molto graditi al pubblico per i metodi commerciali *a forfait* (si può comprare un certo numero di miglia), per le comodità offerte, per la riduzione dei tempi morti; il trasporto dal centro di New York all'aerodromo di Newark, distanza 25 km., non dura più di mezz'ora.

Per lottare contro l'aeroplano nell'Ovest, la Atchinson Topeka & S. Fè ha messo in servizio nel 1937 il treno Diesel « *Super Chief* » che compie il percorso Chicago-California in meno di 40 ore: un giorno e due notti; tempo equivalente a quello impiegato dall'aeroplano di giorno. Questi treni non possono competere, quanto al tempo, con gli aeroplani notturni muniti di cuccette; ma presentano un coefficiente di sicurezza molto più elevato.

La maggior parte dei treni americani Diesel sono concepiti per lunghi percorsi. Salvo il treno « *Comet* » di breve percorso fra Boston e Providence (70 km) che ha due posti di condotta, nessuno di essi è reversibile: ai termini, l'inversione si compie su appositi binari a Y e non dura più di 15 minuti.

Vige su questi treni il sistema obbligatorio di prenotazione dei posti, conseguente d'altra parte dal non-obbligo di trasportare, proprio delle reti americane.

Perciò, i treni sono di composizione costante e non occorrono riserve di materiale. D'altra parte la prenotazione si può fare con grande anticipo e resta aperta fino a poco tempo prima della partenza: un biglietto prenotato e non utilizzato viene rimborsato seduta stante su presentazione.

Il raddoppio di un treno, Diesel o a vapore, è fatto soltanto quando le prenotazioni lo giustifichino nettamente.

Bisogna considerare, peraltro, che le Compagnie seguono molto da vicino l'occupazione dei loro treni Diesel e non esitano, quando il traffico sia accresciuto, a introdurre su una linea un treno più potente destinando il primo a servire una linea meno frequentata.

Circa le tariffe, salvo pochi treni della regione molto popolata della costa del Pacifico (*Super Chief*, *City of S. Francisco*, *City of Los Angeles*) l'utilizzazione del treno Diesel non comporta il pagamento di soprattasse.

La tariffa chilometrica base era, al momento in cui la missione ha fatto le sue osservazioni, 2 *cent* per miglio con supplemento di 0,66 *cent* per posti Pullmann con *lower berth*, cuccetta inferiore. In certe reti si incoraggia il passeggero a viaggiare di notte senza pagare il supplemento Pullmann, mettendo a disposizione poltrone inclinabili molto comode, in omaggio al principio che val meglio trasportare 70 viaggiatori a 2 *cent* per miglio anzichè 30 viaggiatori in un Pullmann a 3 *cent* per miglio.

Dal punto di vista degli orari, i treni americani si possono dividere in tre categorie:

a) treni notturni che servono città distanti oltre 1000 miglia;
b) treni di giorno per distanze fra 100 e 1000 miglia;
c) treni locali.

La seconda categoria comprende la maggior parte dei treni Diesel. Sulle linee concorrenti, le varie reti si sono messe d'accordo per fissare percorrenze identiche ed evitare così una rovinosa lotta di velocità

L'articolo prosegue ponendo in rilievo particolarità circa la concezione costruttiva in rapporto alla manutenzione ed all'esercizio, i materiali impiegati, la regolarità ecc. e riporta, infine, le conclusioni seguenti:

— i treni Diesel americani non recano soluzioni meccaniche o elettriche fuori del noto e del comune; ma queste soluzioni, che han fatto le loro prove in condizioni svariate, consentono un esercizio economico;

— la natura stessa del servizio delle linee americane, il numero di vetture, la potenza necessarie avrebbero reso pericolosa la scelta di soluzioni europee;

— per i treni rapidi a lunghi percorsi noi europei potremmo ispirarci in una certa misura a questa tecnica, se la trazione Diesel dovesse essere prescelta in avvenire per servizi del genere;

— per le linee secondarie, non v'è in America l'equivalente delle nostre automotrici; questo è un forte vantaggio a favore delle ferrovie europee.

In modo generale, parecchi punti possono essere attribuiti a vantaggio delle ferrovie americane:

— la durata di un materiale semplice, ben costruito ed attivamente mantenuto, di cui parecchi treni hanno già percorso più di un milione di chilometri;

— il grande sviluppo delle installazioni tendenti ad accrescere la comodità, e la robustezza dei relativi impianti;

— l'intensità del servizio effettuato su queste linee, che permette di ridurre le spese di manutenzione e di ammortizzare rapidamente il materiale.

Per contro, sono a notare, come elementi sfavorevoli:

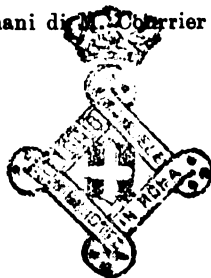
— una tendenza un poco esagerata verso le soluzioni classiche;

— un peso troppo elevato per passeggero trasportato, almeno dal punto di vista europeo;

— una caratteristica insufficienza degli impianti fissi. — DEL.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. NESTORE GIOVENE, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

SETTEMBRE 1938-XVI

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1938 — 656 . 863
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 1.
A. Zanelli. L'impianto di posta pneumatica a stazioni intermedie di linea nell'officina locomotive elettriche di Genova-Rivarolo, pag. 29 ½, fig. 15, tav. 1.

1938 — 725 . 4 : 621 . 314
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 31.
L. Prosperi. I fabbricati della sottostazione elettrica per la conversione dell'energia e per la regolazione di tensione di Roma-Prenestina, pag. 24, fig. 19, tav. 1.

1938 — 31 : 385
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 30. (Informazioni).
La lunghezza delle ferrovie nel mondo.

1938 — 656 . 2 . 073 . 4
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 30. (Informazioni).
Il trasporto del carbon fossile sulla rete francese del Nord.

1938 — 621 . 431 . 72
625 . 285
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 55. (Libri e Riviste).
Su la manutenzione e l'utilizzazione delle automotrici, pag. 2 ½.

1938 — 656 . 22 (.73)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 57. (Libri e Riviste).
Un treno americano per merci espresse, pag. 1.

1938 — 669 . 14 - 14
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 58. (Libri e Riviste).
L'acciaio fuso e le ferrovie, pag. 2, fig. 2.

1938 — 621 . 33 (.438)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 60. (Libri e Riviste).
L'ultimazione della prima parte dell'elettrificazione della cintura ferroviaria di Varsavia, pag. ½.

1938 — 01 e 05
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 60. (Libri e Riviste).
Utilità e difficoltà della documentazione tecnica, pag. ½.

1938 — 625 . 143 . 3
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 61. (Libri e Riviste).
Danni recati alle rotaie dalle locomotive, pag. 3.

1938 — 625 . 23
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 64. (Libri e Riviste).
Le prove su vetture di nuovo tipo a sospensione pendolare, pag 1 ½, fig. 2.

1938 — 656 . 221
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 65. (Libri e Riviste).
La resistenza dell'aria sui treni diretti, pag. ½.

1938 — 621 . 3 : 385
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 66. (Libri e Riviste).
Le ferrovie e l'elettricità, pag. ½.

1938 — 656 . 25 : 385 . 113
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 66. (Libri e Riviste).
Segnalamento ed economia di esercizio, pag. 1.

1938 — 656 . 25 : 62
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, luglio, pag. 67. (Libri e Riviste).
Considerazioni sul lavoro dell'ingegnere addetto al segnalamento, pag. 1.

Annali dei Lavori Pubblici.

1938 — 624 . 137 . 5
Annali dei Lavori Pubblici, giugno, pag. 465.
B. Bolis. Muri di cemento armato per sostegno delle terre e confronto economico con quelli di pietrame, pag. 24, fig. 16.

1938 — 666 . 97
Annali dei Lavori Pubblici, giugno, pag. 496.
D. De Simone. Centrali di preparazione e distribuzione dei conglomerati cementizi, pag. 4.

L'Industria.

1938 — 621 . 18
L'Industria, maggio, pag. 172.
M. Buccino. Orientamenti costruttivi delle caldaie a vapore sugli attuali progressi dei fattori termici e meccanici, pag. 12, fig. 12.

1938 — 621 . 772
L'Industria, maggio, pag. 193.
N. Cesareo. Fori per tubi in piena saldatura, pagina 1 ½, fig. 3.

L'Elettrotecnica.

1938 — 621 . 315 . 53
L'Elettrotecnica, 10 giugno, pag. 369.
A. Gulinello. Uso dell'alluminio nelle linee in cavi, pag. 7, fig. 24.

1938 — 621 . 315
L'Elettrotecnica, 25 giugno, pag. 402.
A. Dalla Verde. Le nuove istallazioni a 220.000 volt del gruppo S.I.P. La linea Cislago-Turbigo e la sottostazione di Turbigo, pag. 8, fig. 22 (continua).

1938 — 621 . 33 . 033 . 46
L'Elettrotecnica, 25 giugno, pag. 435.
Riassunto della Conferenza di G. Rando dal titolo « Trazione ad accumulatori elettrici ed autarchia », pag. 4.

Alluminio.

1938 — 621 . 791 . 7
Alluminio, marzo-aprile, pag. 55.
G. Lo Bue. La saldatura elettrica a punti delle leghe di alluminio con bassa intensità di corrente, pag. 6, fig. 12.

1938 — 621 . 315
Alluminio, marzo-aprile, pag. 61.
G. Dassetto. Dalle vibrazioni ai conduttori antivibranti, pag. 19, fig. 37.

1938 — 621 . 74 : 669 . 71
Alluminio, maggio-giugno, pag. 117.
R. Guastalla. Il disegno dei getti in rapporto alle caratteristiche tecnologiche delle leghe di alluminio ed alle caratteristiche meccaniche da ottenere, p. 22, fig. 67.

La Metallurgia Italiana.

1938 621 . 793

La Metallurgia Italiana, maggio, pag. 281.

C. Sarti. Metallizzazione a spruzzo: procedimenti ed alcune caratteristiche dei depositi, pag. 5, fig. 11.

1938 669 . 144 (.43)

La Metallurgia Italiana, maggio, pag. 286.

A. Antonioli. Evoluzione degli acciai speciali in Germania nel piano dell'autarchia, pag. 6, fig. 9.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1938 656

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 837.

Concurrence de la route, de la voie d'eau et de l'air (Grande-Bretagne), pag. 8.

1938 656 . 234

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 845.

Wiener (L.). Les titres de transport. Partie H: La physiologie du billet (suite); et Partie I: Machines à imprimer les billets au moment de leur délivrance, pag. 97, fig. 184.

1938 612 . 43 & 625 . 251

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 932.

Nicolet (V.) et Rousselet (R.). Le frein autoréglé N. R., pag. 4, fig. 7.

1938 625 . 212

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 936.

Chatel. Les ruptures d'essieux d'autorails, pag. 4, fig. 1.

1938 385 . (02 (.43)

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 940.

Compte rendu bibliographique. Reichsbahn-Handbuch 1937 (Manuel du Réseau des Chemins de fer allemands pour l'année 1937), pag. ½.

1938 621 . 43 (02 (.43)

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 940.

Compte rendu bibliographique. Elsners Taschenbuch für den Reichsbahn-Kraftverkehr. (Manuel Elsner pour le trafic par automobiles et automotrices à la Reichsbahn), pag. ½.

1938 662

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 941.

Compte rendu bibliographique. La technique des industries du pétrole, pag. 1.

1938 621 . 131

Bull. du Congrès des ch. de fer, agosto, pag. 942.

Compte rendu bibliographique. L'elevamento di pressione nelle locomotive ed i focolari. (L'augmentation de la pression du timbre et les foyers des locomotives), par le Dott. Ing. C. de Gregorio, pag. ½.

Revue Générale des Chemins de fer.

1938 656 . 251

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 3.

Docteur Bourdier. Signalisation et acuité visuelle, pag. 8, fig. 1.

1938 621 . 431 . 72 . 3 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 11.

Tourneur. Couplage et jumelage des autorails, pag. 5, fig. 5.

1938 625 . 252 . 8 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 16.

Pénelucq. Les efforts retardateurs développés par les freins à sabots, pag. 9, fig. 7.

1938 656 . 229 (71)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 25.

Les C. F. à l'étranger. D'après « The Railway Gazette », du 28 janvier 1938.

Déplacement d'une gare par voie ferrée au Canada, pag. 1, fig. 2.

621 . 138 . 3 (73)
1938 625 . 26 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio pag. 26.

Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Age » du 8 janvier 1938.

Les installations du Southern Pacific, à San Francisco et à Los Angeles, pour l'entretien des trains « Daylight », pag. ½.

625 . 1 (73)
1938 629 . 11 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 26.

Les C. F. à l'étranger. D'après « The Railway Gazette » du 24 septembre 1937 et du 14 janvier 1938.

Transformation de Chemins de fer en routes aux États-Unis, pag. ½, fig. 2.

1938 625 . 232 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 27.

Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Gazette » du 26 mars 1938.

Nouveaux trains Diesel électriques carénés de l'Atchison, Topeka and Santa Fe Rd., pag. ½.

1938 656 . 259 . 22 (4)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 27.

Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Research Service Bulletin » d'avril 1938.

La répétition des signaux sur les machines. État de la question dans divers pays d'Europe, pag. ½.

1938 656 . 257 . 4 (77)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 28.

Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Age » du 26 février 1938.

Commande centralisée du trafic sur une ligne à voie unique de 168 km., pag. ½.

1938 625 . 2 : 621 . 791 . 7

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 28.

Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Age » du 5 mars 1938.

La soudure du matériel roulant, pag. ½.

621 . 132 . 65 (78)
1938 625 . 282 . 1 (78)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 29.

Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Mechanical Engineer » de mars 1938.

Locomotives 2.3.2 chauffées au mazout pour trains de voyageurs de l'Atchinson, Topeka and Santa Fe Railroad, pag. 1.

1938 621 . 134 . 1 (43)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 30.

Les C. F. à l'étranger. D'après les « Glasers Annalen », du 1er juillet 1937.

Locomotives à vapeur avec commande individuelle des essieux, pag. ½.

1938 621 . 331 . 09 (42)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 30.

Les C. F. à l'étranger. D'après « The Railway Gazette » du 25 février et du 11 mars 1938 et « Electric Railway Traction » du 4 mars 1938.

L'électrification des grands réseaux anglais, p. ½.

1938 621 . 79 (43)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 31.

Les C. F. à l'étranger. D'après « Railway Age » du 14 août 1937.

Essais de nitruration d'aciers à haute teneur en chrome et d'aciers à structure austenitique au chrome-nickel, pag. ½

1938 625 . 143 . 1 (42)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 31.

Les C. F. à l'étranger. D'après « The Railway Gazette » du 4 février 1938.

Essais de rails Vignole sur le L.M.S.R., pag. ½.

1938 625 . 23 (45)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 32.

Les C. F. à l'étranger. D'après « Rivista Tecnica » du 15 janvier 1938.

Insonorisation des voitures de chemins de fer, pag. 1.

1938 621 . 431 . 72 . 3 (43)

Revue Générale des Chemins de fer, luglio, pag. 33.

Les C. F. à l'étranger. D'Après « Diesel Railway Traction ».

Supplément de « The Railway Gazette » du 18 février 1938. Autorails légers de la Reichsbahn, pag. ½.

LINGUA TEDESCA

Glasers Annalen.

1938 385 . 11 : 625 . 4

Glasers Annalen, 1° giugno, pag. 133.

G. Capelle. Ueber die Wirtschaftlichkeit der Berliner S-Bahn, pag. 4 ½, fig. 1.

1938 625 . 23 / 625 . 4

Glasers Annalen, 1° giugno, pag. 137.

Dähnick. Die Fahrzeuge der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen, pag. 8, fig. 14.

1938 656 . 25

Glasers Annalen, 1° e 15 giugno, pagg. 160 e 171.

Dormaier. Die Entwickelung der selbsttätigen Signalanlagen der S-Bahn, pag. 15, fig. 25.

1938 621 . 431 . 72 (.498)

Glasers Annalen, 1° luglio, pag. 183.

Fr. Witte. 4.400 PS dieselelektrische Lokomotive der Rumänischen Staatsbahnen, pag. 4, fig. 9.

Elektrotechnische Zeitschrift.

1938 621 . 365 . 4

Elektrotechnische Zeitschrift, 2 e 9 giugno, pagine 577 e 608.

A. Schau. Wirkungsweise und Bauformen elektrisch beheizter Durchlausföfen, pag. 6, fig. 11.

1938 621 . 315 . 21 . 004 . 6 : 621 . 391

Elektrotechnische Zeitschrift, 2 giugno, pag. 584.

Zehn Jahre Kabelfehlerstatistik in der Schweiz, pag. 1.

1938 656 . 22 . 002 . 52

Elektrotechnische Zeitschrift, 2 giugno, pag. 589.

H. Kother. Eine Maschine zur Berechnung von Fahrzeiten und Verbrauchswerten von Eisenbahnzügen, pag. 1, fig. 1.

1938 669 . 72 : 621 . 313 . 1

Elektrotechnische Zeitschrift, 9 giugno, pag. 611.

A. Schanz. Verwendung von Magnesiumlegierungen für elektrische Maschinen, pag. 2, fig. 2.

1938 621 . 396 . 823 . 08 : 625 . 62

Elektrotechnische Zeitschrift, 16 giugno, p. 629.

F. Eppen e H. Seiberth. Rundfunkstörungsmessungen an Strassenbahnen, pag. 5, fig. 6.

1938 621 . 316 . 84 : 620 . 1

Elektrotechnische Zeitschrift, 16 giugno, pag. 639.

K. Hubble. Einsparung nickelhaltiger Legierungen beim Bau elektrischer Wiederstände, pag. 2, fig. 1.

LINGUA INGLESE

Engineering

1938 625 . 143 . 48

Engineering, 3 giugno, pag. 617.

The Sperry rail-welding equipment, pag. 3, fig. 9.

1938 625 . 211 . 7 (.42)

Engineering, 10 giugno, pag. 650.

Vehicular ferry « Lymington » for the Southern Ry. Cy. p. 2, fig. 7.

1938 621 . 133

Engineering, 17 giugno, pag. 671.

Lawford H. Fry Heat balances for locomotive boilers, pag. 2.

1938 621 . 431 . 72

Engineering, 17 giugno, pag. 673.

100 HP. railcars with mechanical transmission for South American Railways, pag. 2, fig. 2, tav. 1.

1938 669 . 144 . 93

Engineering, 17 giugno, pag. 692.

R. Harrison. The effect of copper on some alloy steels, pag. 2 ½, fig. 3.

1938 536 / 621 . 17

Engineering, 1° e 8 luglio, pagg. 1 e 34.

I. Iuza. Equation of state for steam, pag. 5, fig. 9.

1938 656 . 22 (.42)

Engineering, 8 luglio, pag. 41.

New Eging Scotsman trains for the London and North Eastern, pag. 2, fig. 6.

Railway Age.

1938 621 . 13

Railway Age, 7 maggio, p. 796.

W. C. Dickermann. Possibilities of the modern steam locomotive, p. 5, fig. 3.

1938 625 . 143

Railway Age, 21 maggio, p. 870.

John E. Muhlfeld. The problems of rail maintenance as viewed by a mechanical man, pag. 4.

LINGUA POLACCA

1938 625 . 142 (. 438)

Inzynier Kolejowy, maggio, p. 198.

S. Zagorski. Traverses métalliques et leur application sur les Chemins de fer de l'Etat Polonais, pag. 4, fig. 9.

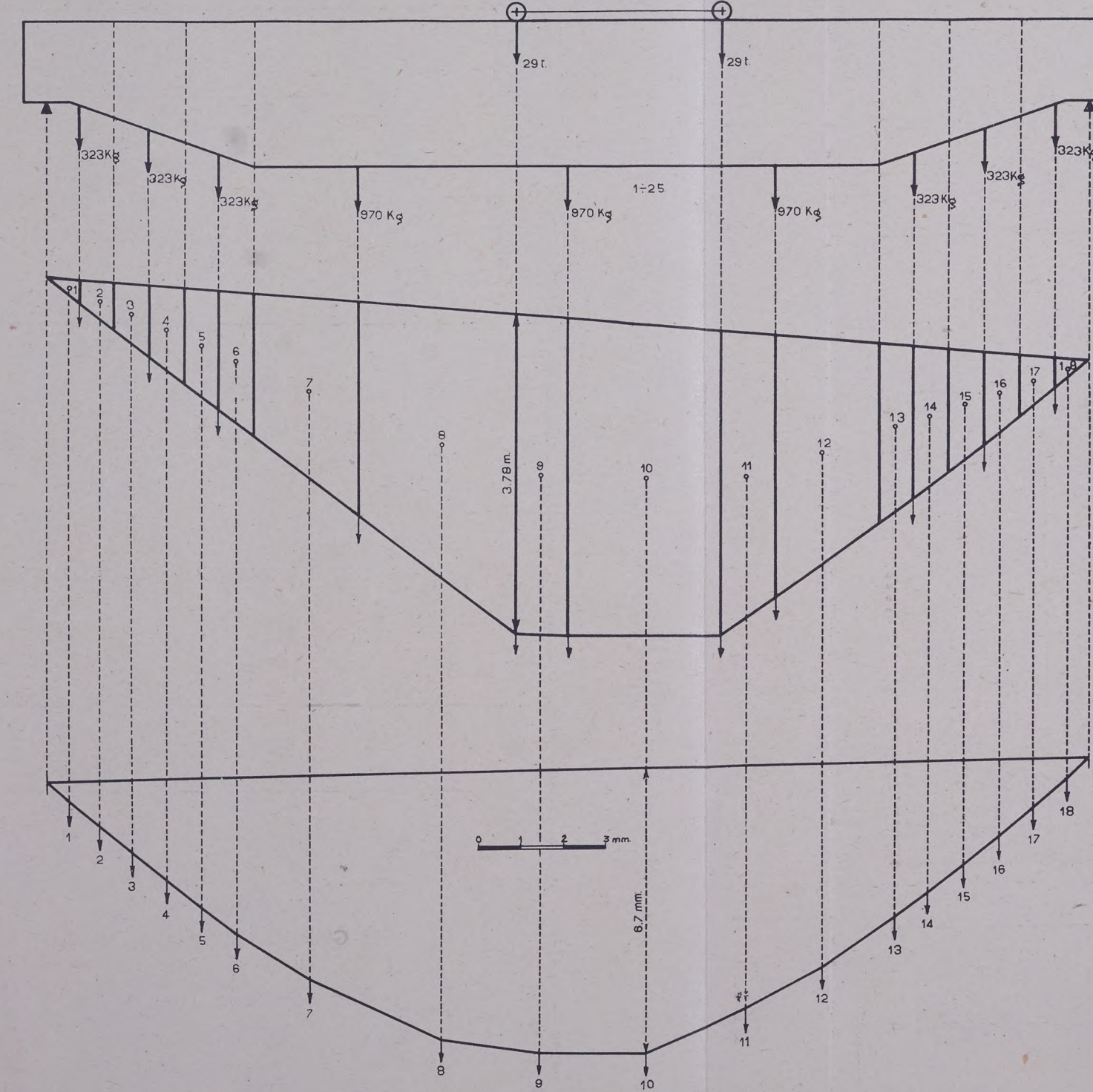
1938 625 . 2

Inzynier Kolejowy, maggio, p. 202.

A. Langrod. Voitures et wagons au point de vue des besoins de nos chemins de fer et des possibilités de la production nationale, pag. 6.

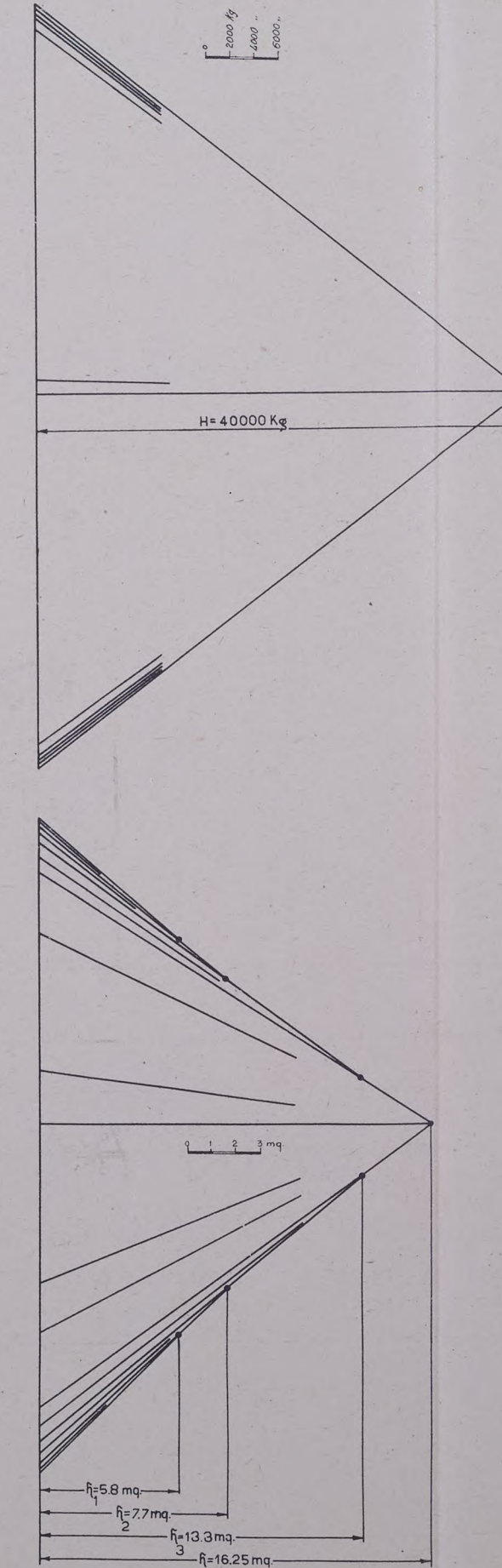
GRU PER SOTTOSTAZIONI DI CONVERSIONE A CORRENTE CONTINUA A 3 KV.

SAGOME DEI FABBRICATI PER DIVERSI TIPI DI GRU

CALCOLO GRAFICO DELLA FRECCIA

DETERMINAZIONE DELLA FRECCIA

PUNTO DI APPLICAZIONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
mq.	0,056	0,17	0,282	0,4	0,57	0,625	2,53	5,7	2,16	6,63	2,06	3,13	0,78	0,65	0,51	0,37	0,227	0,07

CALCOLO DELLE BASI: $\rho = \frac{E\,I}{H\,\gamma}$

SEZIONE	1-2 e 17-18	3-4 e 15-16	5-6 e 13-14	7-8 e 9-10 e 11-12
I cm.^{4}	553000	733000	1266000	1569300
ρ m.^{2}	5,8	7,7	13,3	16,25

SCHEMA PER L'AVVIAMENTO AUTOMATICO DI UN MOTORE DI GRU

F=Freno elettromagnetico.

ANNO XXVII - VOL. LIV - N. 4. RIVISTA MENSILE Roma, 15 ottobre 1938 (Anno XVI)
Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120.** Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**
Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
Quota annuale di associazione L. **36**
Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL
Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani
COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE
FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

Anno XXVII - Vol. LIV 15 Ottobre 1938 - Anno XVI - N. 4

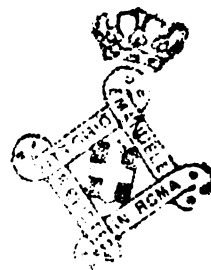
RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Le costruzioni provvisorie nella stazione di Roma-Ostiense

Ing. M. MORGANA, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

(Vedi Tav. VI fuori testo)

Riassunto. — Si riferisce sulle modalità costruttive dell'opera, specialmente per quanto riguarda le strutture portanti, meritevoli di segnalazione per la rapidità con cui possono essere eseguite e demolite con completo recupero dei materiali impiegati; ciò che le rende particolarmente adatte per opere provvisorie da eseguirsi in breve tempo.

FIG. 1. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio Prospetto esterno.

In seguito alla decisione presa dalle Superiori Autorità di far giungere il treno speciale del Führer alla sazione di Roma-Ostiense, non essendo il F. V. attuale di quella stazione adatto per tale eccezionale circostanza, è stato necessario costruire un apposito Padiglione provvisorio. (Vedi figg. da 1 a 6 e tav. VI).

Il Padiglione, progettato dall'Arch. Narducci delle Ferrovie dello Stato, consiste essenzialmente in un portico d'onore delle dimensioni di ml. 110 × 14 × 12, un passaggio coperto per le carrozze ed una sala di attesa.

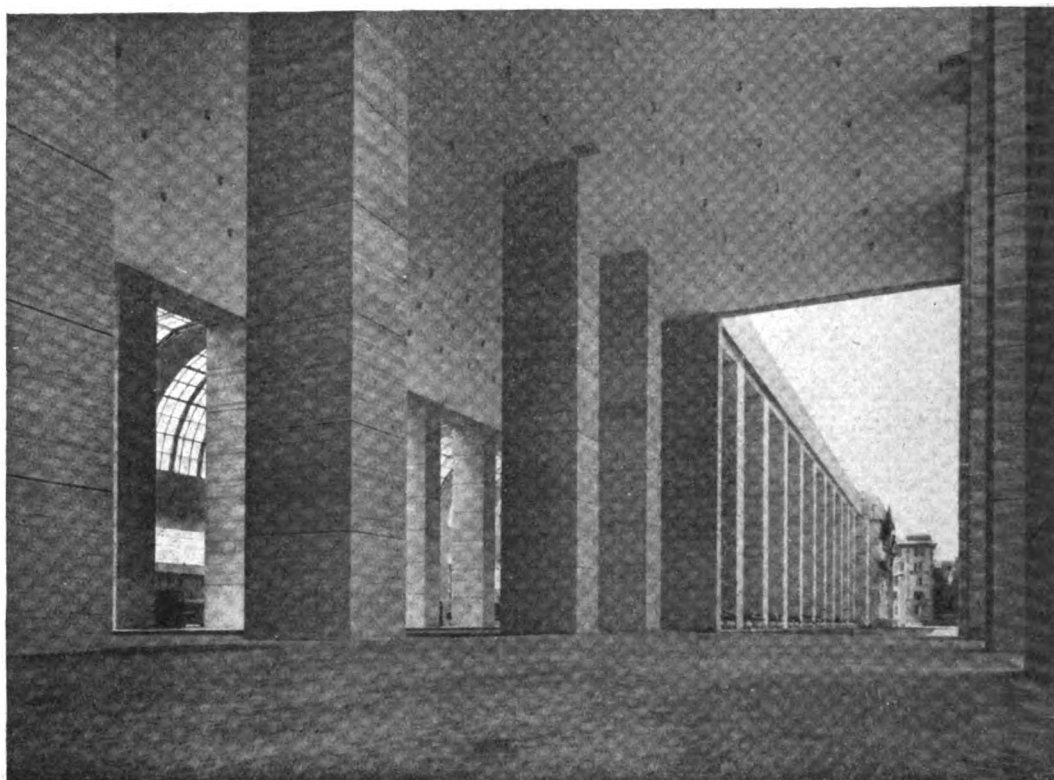



FIG. 2. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio - Portico delle carrozze.

Al Padiglione sono annessi una serie di locali per i vari servizi (lato Roma-Termini) ed una sala da cui si accede alle cabine telefoniche ed ai gabinetti riservati (lato Roma-Trastevere).

Lungo tutto il binario di accosto, a copertura del relativo marciapiede, corre una pensilina sostenuta da una fila di pilastri. La parte centrale della pensilina, corrispondente al Padiglione, è ad una sola falda della larghezza di m. 6,82 ed è collegata al corpo centrale del Padiglione mediante una struttura ad arco rampante che copre il portico esterno. La parte laterale della pensilina, verso Trastevere, è del tipo ad ombrello, a due falde simmetriche della larghezza totale di m. 14,50. Il tratto di pensilina laterale verso Tuscolana è invece ad una sola falda, a sbalzo, addossata al muro di sostegno della collina retrostante.

STRUTTURE PORTANTI (v. figure da 7 a 13).

Dato il carattere prettamente provvisorio dell'opera ed il brevissimo tempo disponibile in rapporto alla mole dei lavori da eseguirsi, era necessario ricorrere ad un

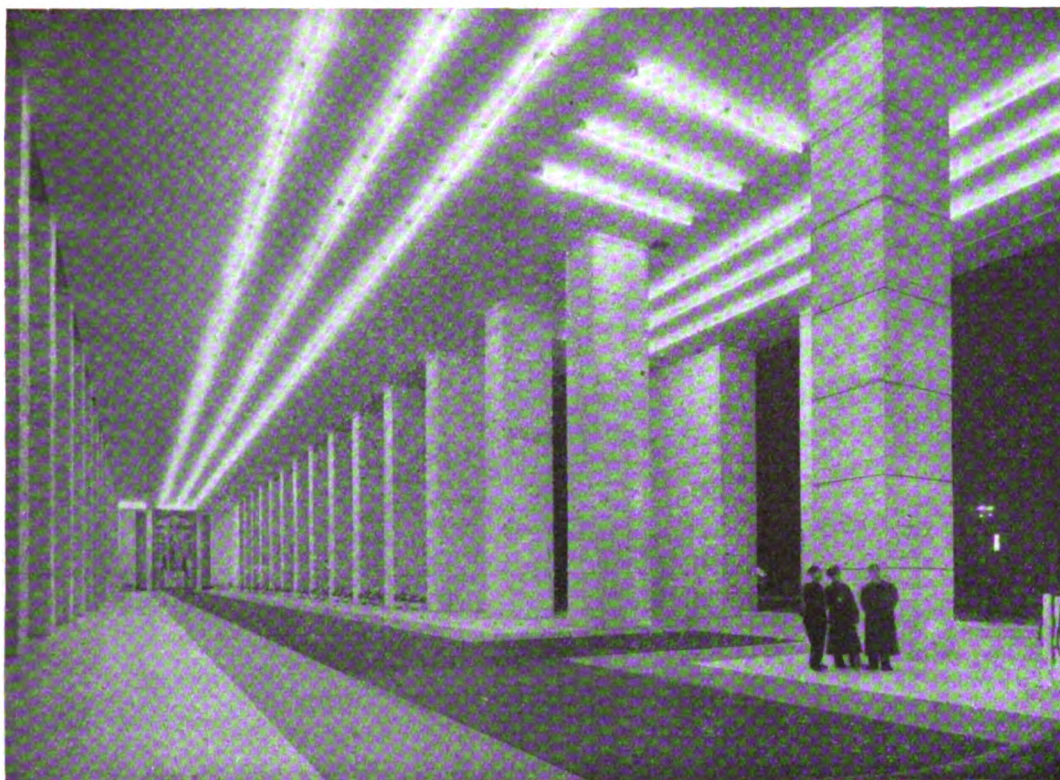



Fig. 3. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio - Interno portico d'onore.

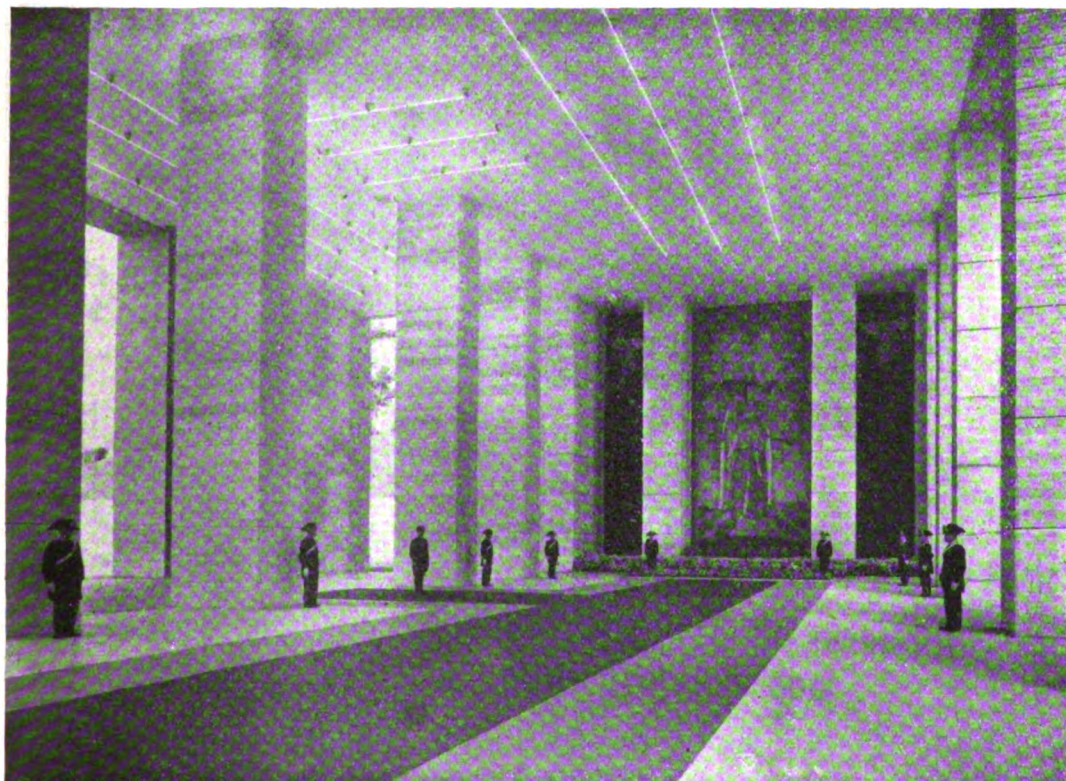



Fig. 4. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio - Sala d'attesa.

tipo di costruzione di rapida esecuzione e con materiali recuperabili. Si è venuti, pertanto, nella determinazione di adottare per le strutture portanti il sistema « ponteggi Innocenti » costituito da intelaiature formate con tubi originali « Mannesman-Dalmine » senza saldature, in acciaio, collegati fra loro mediante speciali giunti.

FIG. 5. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio - Portico interno fra la pensilina e il portico d'onore.

Tali giunti costituiscono l'elemento caratteristico del sistema « ponteggi Innocenti », a cui si deve la facilità e rapidità di montaggio dei ponteggi stessi. (V. figura 14).

Si ritiene pertanto opportuno di darne qui di seguito un particolare cenno.

Essi sono di diversi tipi e cioè:

Giunti ortogonali. Sono quelli di impiego più generale e servono per l'unione ad angolo retto di due tubi passanti (v. fig. 15).

Sono costituiti da un nucleo centrale in ghisa malleabile, da due cappelli in acciaio stampato e da 4 bulloni forniti dei dadi relativi e di 2 rondelle.

Giunti paralleli. Vengono particolarmente usati per la giunzione di tubi soggetti a trazione (v. fig. 16).

FIG. 6. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio - Vista del salone illuminato.

Sono costituiti da un nucleo in ghisa malleabile avente le sedi parallele per i due tubi e da cappelli, bulloni e rondelle in numero e forma uguali a quelli dei giunti ortagonali.

Giunti semplici. Servono per la giunzione assiale di aste e quale secondo giunto di rinforzo (il cosidetto giunto morto) da collocare all'estremità delle barre, a contatto col giunto principale, per aumentarne la resistenza allo sfilamento in compressione od in tensione (v. fig. 17).

Sono costituiti da 2 cappelli in ghisa malleabile uniti da 2 bulloni del solito tipo.

Giunti semplici a perni. Servono per la giunzione assiale di aste tese fino ad un massimo di trazione di 3000 Kg. (v. fig. 18).

Sono costituiti da due cappelli in acciaio stampato, uniti da bulloni del solito tipo. Nei giunti semplici va sempre interposto uno spinotto, il quale non ha funzione statica, ma serve di guida nell'unione delle aste e ne facilita le operazioni di montaggio (v. fig. 19).

A tali strutture portanti sono stati ancorati dei murali di legno sui quali, per la formazione delle sagome e rivestimenti architettonici, vennero fissate delle lastre

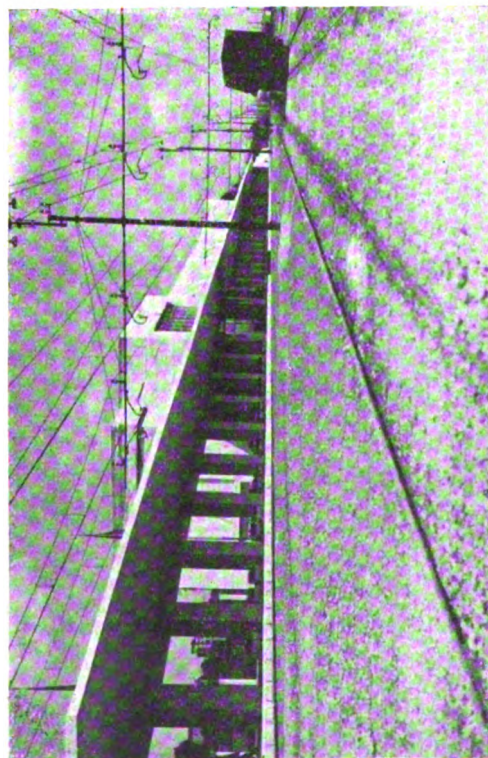



FIG. 8. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio - Prospetto e piazzale esterni.

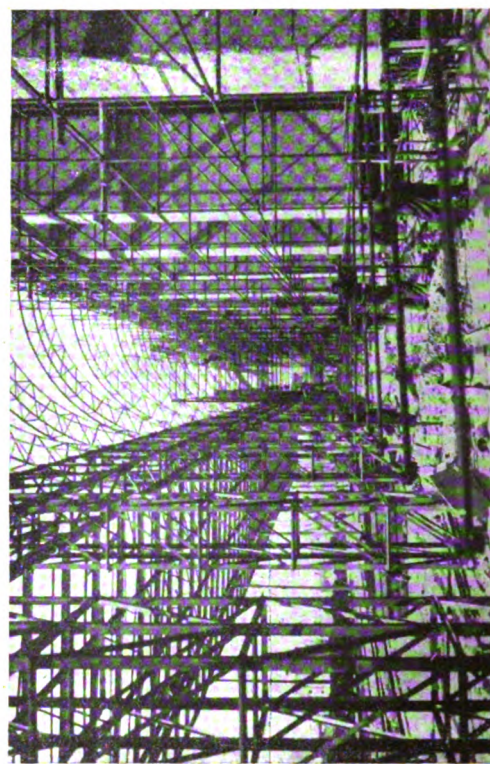



FIG. 10. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio in corso di costruzione. Andito fra le pensiline e il portico d'onore.

FIG. 7. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio - Vista lato binari.

FIG. 9. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio - Vista lato binari.

FIG. 11. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio in corso di costruzione. Interno del portico d'onore.

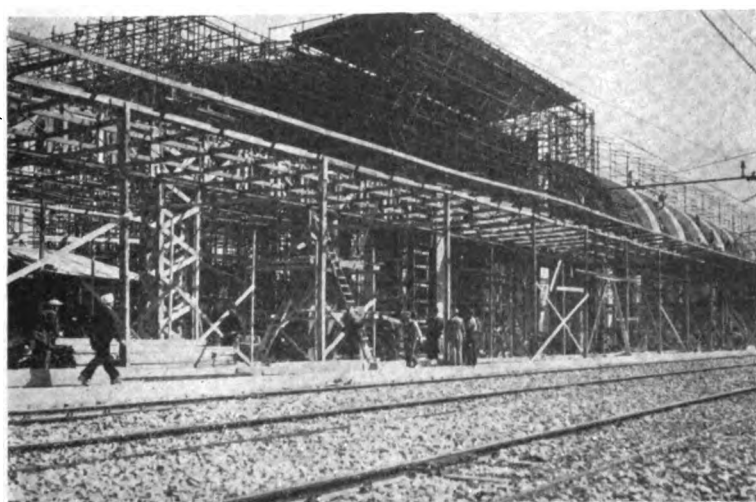
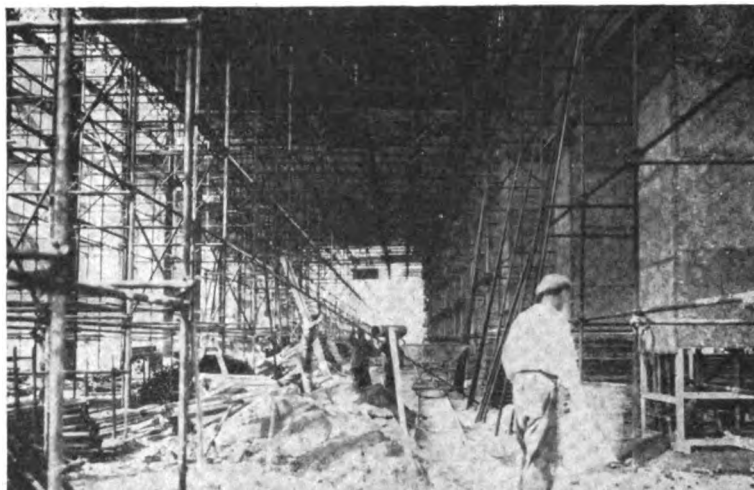



FIG. 12. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio in corso di costruzione. Ingresso al portico d'onore lato binari.

FIG. 13. — Roma Ostiense: Padiglione provvisorio in corso di costruzione. Pensiline lato Termini.

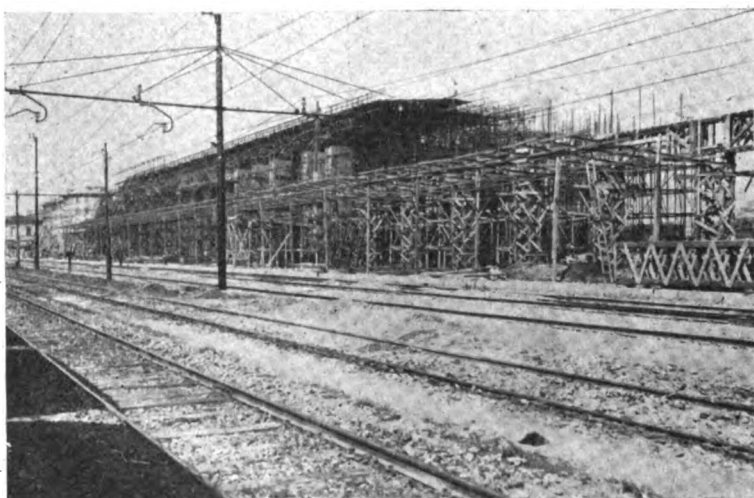
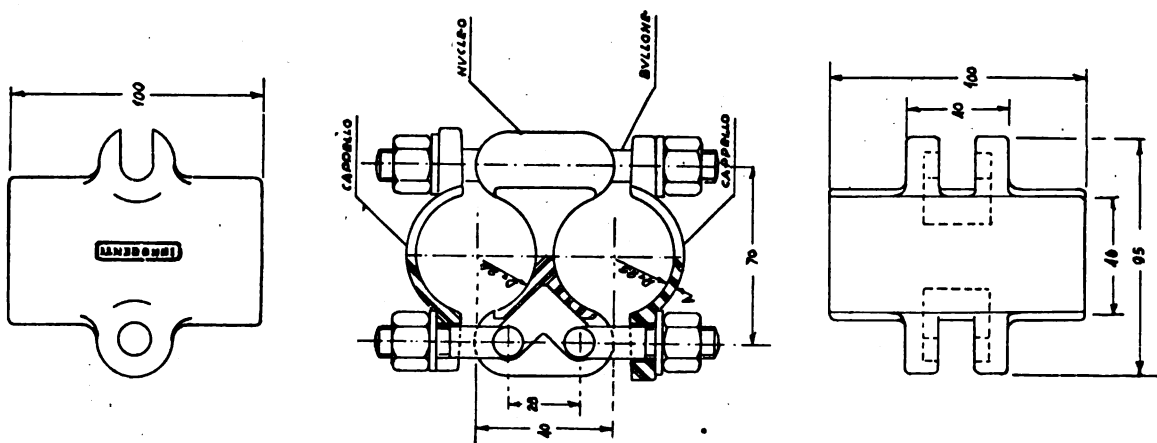



Fig. 14. — Giunti di unione dei tubi.

Fig. 15. — Giunto ortogonale.

Fig. 16. — Giunto parallelo.

di « Carpilite », materiale leggero, incombustibile, formato da un conglomerato di fibre di legno mineralizzate e unite fra loro mercè cementanti speciali. Le lastre hanno le dimensioni di m. 2 × 1 e lo spessore di mm. 15; su di esse venne applicato l'intonaco ad imitazione di travertino romano.

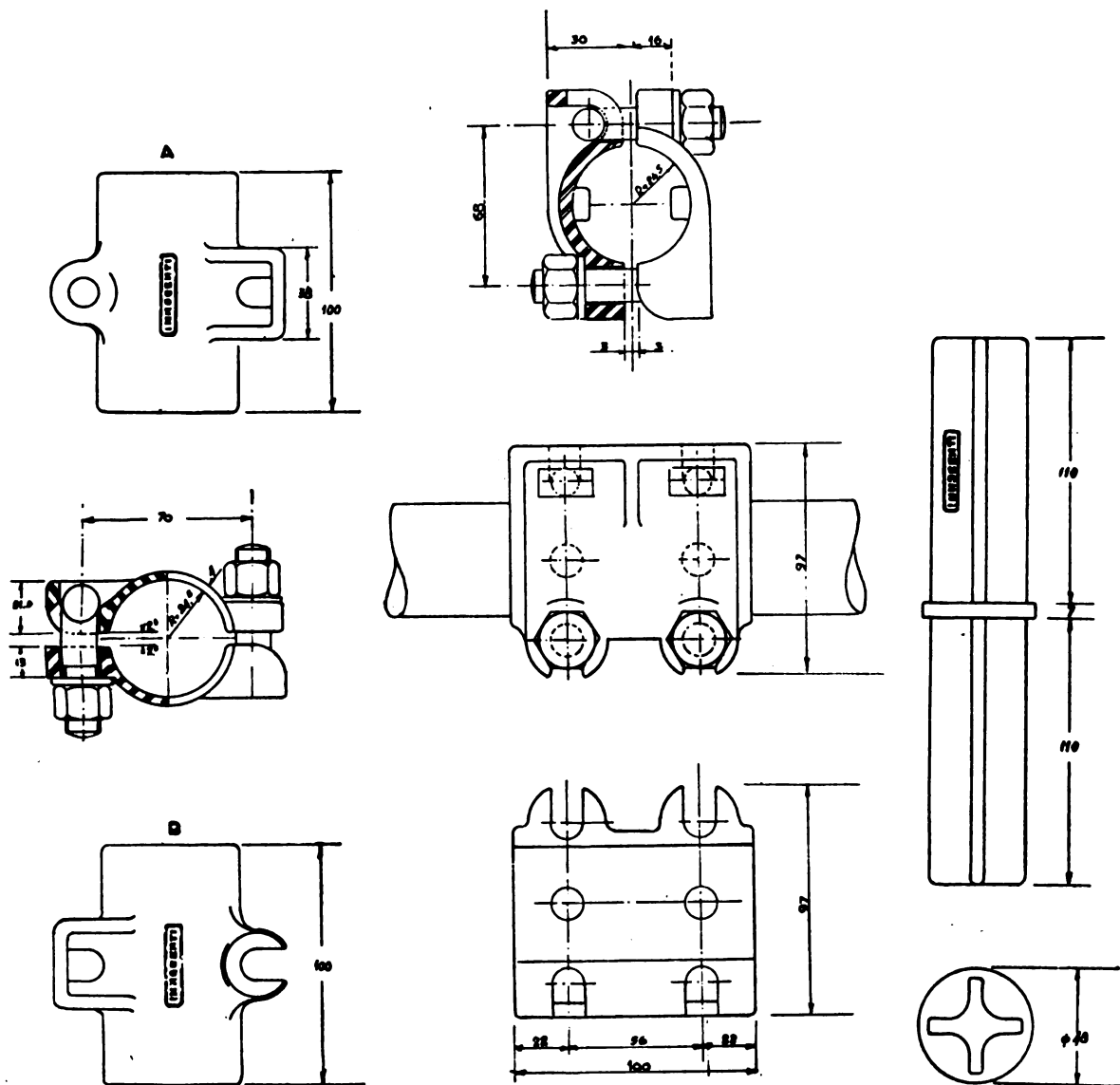



FIG. 17. — Giunto semplice. FIG. 18. — Giunto semplice a perni. FIG. 19. — Spinotto.

PADIGLIONE.

La struttura portante delle parti principali del Padiglione e cioè portico d'onore, passaggio per le carrozze e sala d'attesa, è costituita dai tralicci di tubi per l'ossatura dei pilastri formanti telaio con le travi trasversali pure a traliccio della copertura.

Superiormente e nel senso longitudinale i pilastri sono collegati con altre travi formanti l'anima della trabeazione. Alle travi trasversali fanno capo le travi longitudinali secondarie di sostegno della copertura.

Anche le strutture portanti delle parti secondarie del Padiglione (servizi e sala di accesso alle cabine telefoniche ed ai gabinetti) sono costituite da intelaiature di tubi in forma di piastre: verticali (per l'ossatura delle pareti) ed orizzontali (ossatura dei solai e delle coperture).

Le strutture portanti sono incastrate al suolo mediante blocchi di calcestruzzo.

PENSILINE.

Pensiline isolate. — I pilastri sono stati costruiti in legname con travi opportunamente collegati fra di loro sia in senso verticale che in senso orizzontale.

Alla sommità dei pilastri corre una trave pure a traliccio in legname alla quale sono ancorate le mensole portanti le falde della pensilina.

Le falde sono in acciaio a struttura lamellare, formate con nervature di sezione a [poste nello stesso piano, disposte ortogonalmente fra di loro e collegate con piastre e bulloni.

Pensilina antistante al padiglione. — I pilastri anzichè in legname, sono stati costruiti a struttura metallica formante un tutto rigido con i costoloni della semivolta del passaggio coperto e con la trave longitudinale, pure metallica, collegante la sommità dei pilastri, alla quale sono ancorate le mensole di sostegno della falda. Le mensole e la falda sono del tutto identiche a quelle della pensilina precedente.

I suddetti costoloni della semivolta sono vincolati a cerniera alla struttura del padiglione retrostante.

La semivolta è costituita da una superficie poligonale a struttura lamellare come quella delle falde delle pensiline, inviluppante la direttrice cilindrica della semivolta stessa.

Pensilina addossata al muro di sostegno. — Il tipo della struttura è del tutto identico a quello della pensilina isolata, solo che, tanto la trave in legno longitudinale che i tiranti delle mensole sono ancorati al muro di sostegno.

Coperture e soffittature. — La copertura del Padiglione e delle pensiline è stata effettuata con tavolato dello spessore di mm. 25, fissato su murali ancorati alle strutture metalliche (tubolari o lamellari) ed in legname.

Sul tavolato è stato steso un quadruplice strato di cartone feltro bituminato ed uno strato di sabbia.

Ad evitare la possibilità di infiltrazioni d'acqua, i costoloni della semivolta sono stati ricoperti da fogli di ruberoidi ricoprenti anche gli attacchi della falda cilindrica ai costoloni stessi, a mo' di scossaline. In corrispondenza degli attacchi dei tiranti di sostegno delle mensole alle nervature della falda delle pensiline, il manto di carton feltro è stato opportunamente risvoltato, sigillato con cemento bituminoso e rivestito infine con cemento plastico.

La copertura della semivolta, è invece, a vetri, portati da ferri porta-vetri senza mastice tipo Sacil fissati ai ferri della struttura lamellare.

I tubi di discesa delle pluviali sono stati costruiti in eternit e collocati nell'interno dei pilastri.

La soffittatura tanto del Padiglione che delle Pensiline è stata formata con rete metallica su cui è stato applicato l'intonaco.

CALCOLI STATICI.

Padiglione. — Come è già stato detto, la struttura portante del Padiglione è stata interamente costruita con tubi « Mannesman-Dalmine » senza saldatura, in acciaio duro ottenuto ai forni elettrici avente $R = 55 \div 65$ Kg/mmq.; allungamento percentuale $A \gtrless 18\%$. Le caratteristiche di tali tubi sono le seguenti:

Diametro esterno 48 mm., diametro interno 42 mm.:

$F = 4,24$ cmq., $J = 10,7$ cm.^{4}, $W = 4,5$ cm.^{3}, $\rho = 1,595$.

Per la determinazioni degli sforzi e delle sollecitazioni si sono assunti le seguenti ipotesi e dati.

a) Carichi verticali:

Peso proprio della struttura	15	Kg/mq.
Peso coperture (legno e feltro)	20	»
Peso soffitto	25	»
Sovraccarico	60	»
Totale	120	Kg/mq. di copertura

b) Forze orizzontali:

Spinta del vento normalmente alle pareti ed ai pilastri 100 Kg/mq. (corrispondente, secondo la formula $P = 0.007\ V_2$, ad una velocità di 120 Km/ora circa).

La struttura portante del portico d'onore è stata calcolata come una serie di telai semplici, collocati a m. 6,65 l'uno dall'altro, incastrati alla base, e sollecitati oltrechè dai carichi summenzionati, anche dall'azione della pensilina.

Nelle figg. 20 e 21 sono riportati i momenti e gli sforzi indotti dalle sollecitazioni sopraindicate nel telaio avente momento d'inerzia costante e uguale tanto nei montanti quanto nel traverso.

In corrispondenza del portico delle carrozze la struttura portante è costituita da telai doppi dissimetrici. Pur trovandosi questi in condizioni migliori rispetto alle sollecitazioni dovute alla spinta del vento ed all'azione della pensilina, essi sono stati realizzati con montanti e traversi uguali a quelli dei telai semplici, agendo così a favore della stabilità.

La copertura della sala d'attesa, delle dimensioni di m. 14 × 15 è stata considerata quale solaio a travi incrociate, semi-incastrata nelle pareti e nelle travi di collegamento dei pilastri. La parete lato piazzale esterno venne calcolata come una lastra delle dimensioni di m. 15 × 11,60 semi incastrata al suolo, ai montanti dei telai e nel solaio di copertura.

Pensiline. — Per la determinazione delle sollecitazioni si sono assunti le seguenti ipotesi e dati:

a) Peso proprio della struttura metallica	9	Kg/mq.
Tavolato da 3 cm.	20	»
Cartone catramato a 3 strati	4	»
Soffittatura e relativi correntini	17	»
Totale carichi permanenti	50	Kg/mq.
b) Sovraccarico accidentale	80	Kg/mq.

c) Pressione del vento:

Per la pensilina propriamente detta, agente dal basso verso l'alto . . . . 40 Kg/mq.

Per la semivolta, spirante dall'interno . . . . . . 80 »

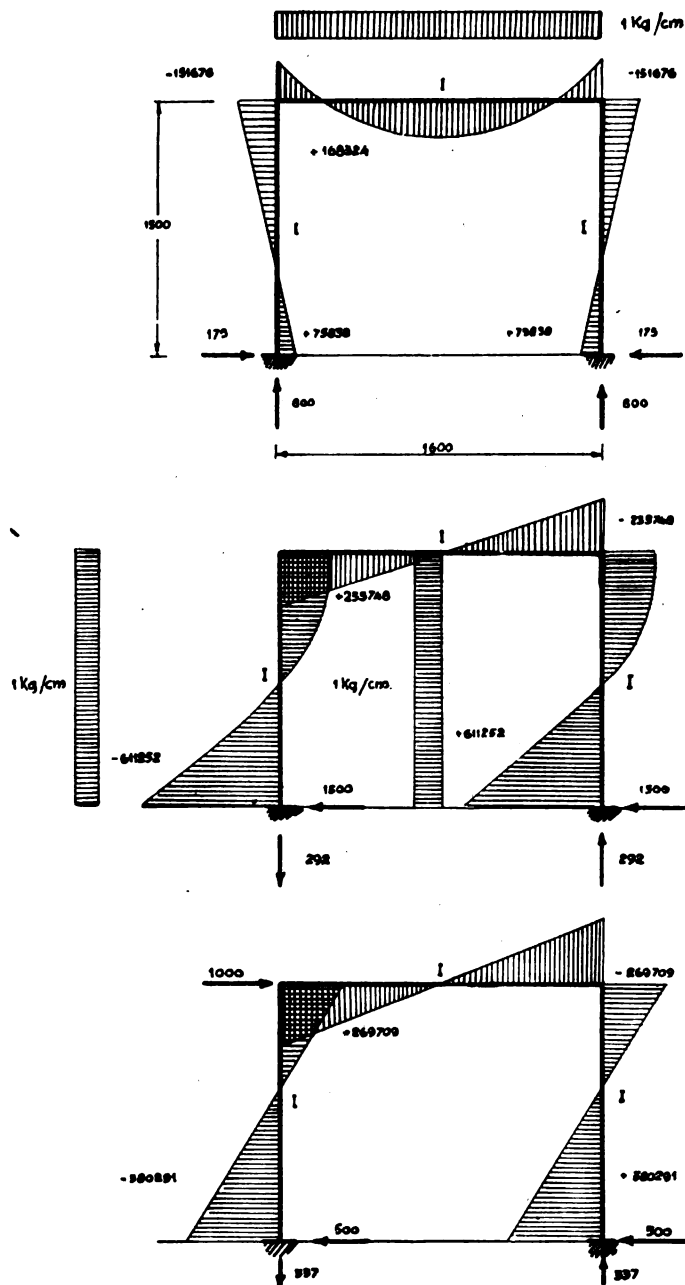



Fig. 20. — Momenti indotti dai carichi unitari.

È stata particolarmente verificata la stabilità delle mensole portanti la falda, delle nervature di questa, della trave longitudinale, quest'ultima anche alla torsione, delle nervature della semivolta e dei costoloni della medesima considerati come vincolati a cerniera ed infine dei pilastri.

Le pensiline sono state anche assoggettate a rigorose prove di carico con esito soddisfacente.

Opere accessorie.

Nel Padiglione è stato eseguito un impianto per la fornitura dell'acqua ai vari servizi e per l'alimentazione della fontana monumentale, con derivazione, mediante

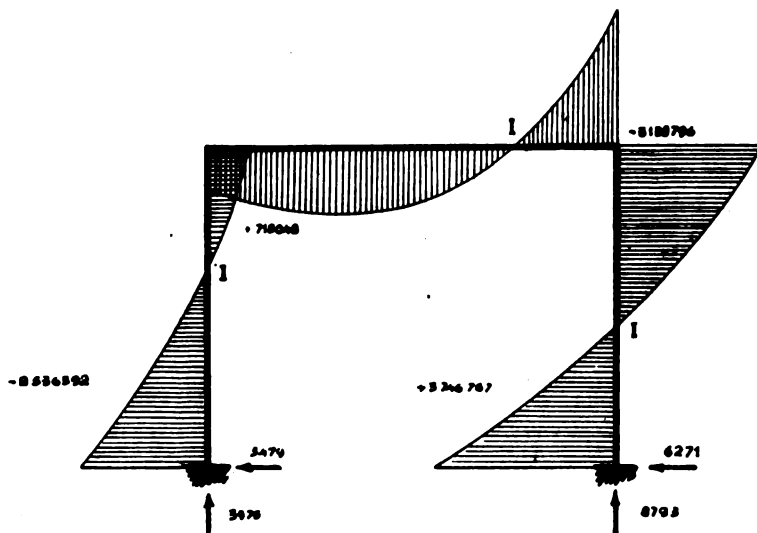



Fig. 21.
Diagramma dei momenti.

Fig. 22.
Roma Ostiense:
Padiglione provvisorio.
Piazzale esterno.

apposita condotta, dall'acqua Marcia; nonchè un completo impianto per estinzione incendi con 8 idranti e 13 estintori chimici.

È stato espressamente costruito un binario di accosto al Padiglione con relativo marciapiedi, allacciato ai binari di corsa della stazione.

Contemporaneamente alla costruzione del Padiglione veniva costruito un vasto piazzale esterno (v. fig. 22) della superficie di 15 mila mq., coi relativi marciapiedi, pavimentazione, fognature e muri di sostegno.

Gli sbancamenti occorsi per la formazione di detto piazzale ammontano a circa 300 mila mc.

Lungo i marciapiedi del piazzale esterno sono stati impiantati 22 pennoni porta-bandiere.

I dati relativi al Padiglione si possono così riassumere:

Dimensioni ml. 155 × 20 × 15.
Superficie coperta mq. 3100.
Cubatura mc. 46.500.
Lunghezza delle Pensiline ml. 300.
Superficie coperta delle pensiline mq. 3.600.
Binario di accosto ml. 400.
Costo dell'opera L. 4.000.000.
Giornate lavorative consunte 23.000.
Tempo impiegato giorni 45 con una media di circa 500 operai.

I lavori per la costruzione del Padiglione sono stati eseguiti dalla « Società Imprese Industriali » cui sono stati aggiudicati in seguito ad appalto-concorso.

I lavori per la formazione del piazzale sono stati eseguiti dalla Società Fondiaria per Imprese Edili. I pennoni porta-bandiera dall'impresa Ing. Arganini.

La direzione dei lavori venne affidata alla Sezione di Roma del Servizio Lavori F. S.

Il tempo impiegato, indubbiamente brevissimo in rapporto alla mole e complessità dell'opera, sta a testimoniare dell'alacre spirito di operosità e di collaborazione veramente fascista che ha animato dirigenti e maestranze.

La crisi delle ferrovie americane.

È noto che il presidente Roosevelt ha nominato una speciale Commissione per l'esame del problema ferroviario, che ha assunto quest'anno negli Stati Uniti un'importanza di primo piano sopratutto per le difficoltà finanziarie in cui si dibattono le varie compagnie.

La Commissione Splawn, dal nome del presidente, che è anche presidente dell'*Interstate Commerce Commission*, ha consegnato la sua relazione in cui vengono raccomandate le seguenti misure immediate:

1. - Mettere a disposizione delle compagnie una somma di 300 milioni di dollari ad interesse molto basso per consentir loro l'acquisto di nuovo materiale, sopratutto di materiale rotabile più moderno.

2. - Un alleggerimento delle condizioni della *Reconstruction Finance Corporation* che dovrebbe accordare più facilmente crediti alle ferrovie in difficoltà.

Quanto al primo punto, viene posto in evidenza dalla stampa che le ferrovie americane hanno mezzi d'esercizio invecchiati e materiale rotabile molto affaticato, se si escludono evidentemente le unità d'eccezione modernissime che però sono in numero troppo limitato rispetto ai quantitativi in circolazione.

Fra i mezzi per un immediato miglioramento del bilancio sono da annoverarsi l'aumento del 25 % sulle tariffe già autorizzato dall'I. C. C. e la riduzione dei salari del 15 % che però incontra difficoltà presso gli interessati.

Il male principale di cui soffrono le imprese ferroviarie americane è quello di un eccesso di capitalizzazione. Secondo gli uni, un rimedio potrebbe essere trovato in una fusione delle compagnie in un'importante società anonima privata. Ad un tale sistema altri preferirebbero una statizzazione delle ferrovie principali. Il Comitato Splawn vede la soluzione in un consolidamento dei prestiti attuali con una riduzione del tasso; ciò che basterebbe, a suo avviso, per evitare una perdita di capitale.

Il Comitato ha anche proposto che il Tesoro garantisca gli interessi delle obbligazioni ferroviarie per lo meno durante alcuni anni; ma su ciò ha incontrato l'opposizione di Roosevelt.

La pomice per la costruzione dei calcestruzzi leggeri

Ing. A. PERFETTI, del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni (Sez. Ferroviaria)

Riassunto. — L'A., dopo aver illustrato le esperienze effettuate con aggregato di pomice usando varie qualità e vari tenori di cemento per costituire calcestruzzi leggeri, fa vedere come questi abbiano la loro resistenza, funzione del solo peso-volume e ne conclude che, per le loro caratteristiche, si prestano assai bene alla costruzione di strutture anche a grandi campate con poco sovraccarico, nelle quali il peso proprio è percentuale elevata dal peso totale che debbono sopportare.

Su l'utilizzazione della pomice per calcestruzzi gettati in opera o per blocchi confezionati fuori opera, la letteratura tecnica di questi ultimi anni è ricca di pubblicazioni italiane e straniere, pertanto non si ritiene di dovere ancora illustrare i motivi per cui se ne è formato oggetto di studio, tanto più che essa rientra nel quadro della nostra autarchia.

Scopo di questa memoria è quello di mostrare, attraverso le varie prove eseguite, quali sono le proprietà di questo materiale e di quelli che con esso, in aggiunta a cemento, possono essere costruiti. In base a tali risultati sperimentali sapranno i costruttori sfruttare la pomice secondo le esigenze delle loro costruzioni.

Prelievo della pomice.

Il materiale su cui si sono eseguite le prove è stato prelevato a Lipari dal geologo dell'Istituto Dr. Ing. Corradi C.

Dalle propaggini del Monte Chirica verso nord, con una larghezza di alcune centinaia di metri ed una lunghezza superiore ad 1 Km. si estende uno dei giacimenti di pomice dell'isola, che scende sino al mare ad Acquacalda.

La potenza della colata può essere di oltre cento metri, ma non è esattamente valutabile.

Da tale giacimento, nella zona intermedia della colata, furono prelevati i materiali pomicei da servire per le prove, con l'esclusione sommaria di qualche pezzo troppo leggero (fiore) o troppo pesante (ossidianico).

Tale materiale in sacchi di juta fu inviato all'Istituto.

Furono prelevati anche alcuni pezzi di pomice di dimensioni tali da ricavarne dei cubetti.

Caratteristiche della pomice esaminata.

1) Peso specifico della pomice essiccata e polverizzata, passante al setaccio di 10.000 maglie per cmq., determinato al volumenometro di Schumann: 2,35.

2) Peso-volume medio di cubi essiccati ricavati alla sega a disco di carborundum: 0,66.

3) Percentuale di vuoti esistenti nella massa della pomice, in base ai dati suddetti: 72 %.

4) Resistenza alla compressione dei cubetti di pomice di circa 5 cm. di lato:
Carico medio di rottura: 59 Kg/cmq.

Determinazioni delle proprietà dei calcestruzzi di pomice

Usando setacci della serie Tyler aventi apertura $An = K\ 2^n$ ove $K = 0{,}147$ mm. ed $n = 0,1 ..... 8$ (serie dei setacci di Abrams), si è divisa la pomice essiccata in otto classi (1).

I pesi volume delle varie classi sono risultati i seguenti:

mm. 37,63 - 18,82	Classe 8	Kg. 428 a mc.
» 18,82 - 9,40	» 7	» 463 »
» 9,40 - 4,70	» 6	» 516 »
» 4,70 - 2,35	» 5	» 574 »
» 2,35 - 1,17	» 4	» 513 »
» 1,17 - 0,58	» 3	» 496 »
» 0,58 - 0,29	» 2	» 536 »
» 0,29 - 0,14	» 1	» 545 »

La polvere, ossia il passante al setaccio di 0,147 mm. di apertura presentava un peso-volume di 912 Kg/mc.

Per rendersi conto di tale valore elevato, che doveva rilevare un buon assortimento di granuli è stata effettuata la granulometria di essa che ha dimostrato appunto ciò.

Granulometria della polvere di pomice:

Setaccio	Passante	Secondo curva di Füllèr
mm. 0,147	100 %	100 %
» 0,104	93,10 »	84 »
» 0,074	81,30 »	70,8 »
» 0,053	68,40 »	60,0 »
» 0,043	52,10 »	54,0 »

Con le 8 classi costituite e la polvere sono stati preparati i seguenti aggregati per calcestruzzi:

Aggregato *A*. Curva di Füller con le otto classi, senza polvere.

Modulo di finezza: 6,12

Aggregato *B*. Più ricco, in parte fina, del precedente.

Modulo di finezza 5,73

Aggregato *C*. Curva di Füller con le sette classi minori e la polvere.

Modulo di finezza: 4,80

---

(1) *Metodo per l'esame granulometrico degli aggregati per malte e calcestruzzi*. Dr. Ing. A. Perfetti («Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane», anno XXIV, vol. XLVII, n. 4, 15 aprile 1935-XIII).

Aggregato *D.* Miscela di elementi della classe 7ª (70 %) e della classe 1ª (30 %).

Modulo di finezza: 5,20

Aggregato *E.* Miscela di elementi della classe 7ª (79 %) e di polvere (21 %).

Modulo di finezza: 5,53

CEMENTI USATI PER I CALCESTRUZZI.

I) Cemento Portland normale.

Resistenza in malta battuta con sabbia normale del Po secondo le norme vigenti:

Trazione:

a 7 giorni . . . . 21,6 Kg/cmq.
a 28 » . . . . 30,7 »

Compressione:

a 7 giorni . . . . 300 »
a 28 » . . . . 437 »

Resistenza della pasta normale:

a 28 giorni
Compressione . . . . 516 Kg/cmq.
Flessione . . . . 87 »

II) Il suddetto cemento è stato smagrito rimescolandolo con il 33 % in peso di polvere di pomice.

Resistenza della pasta normale:

a 28 giorni
Compressione . . . . 315 Kg/cmq
Flessione . . . . 57 »

III) Cemento Portland alta resistenza.

Resistenza in malta battuta:

Trazione:

a 7 giorni . . . . 30,9 Kg/cmq.
a 28 » . . . . 35,3 »

Compressione:

a 7 giorni . . . . 555 Kg/cmq.
a 28 » . . . . 620 »

Calcestruzzi provati.

Con i vari tipi di aggregati e con i vàri tipi di cementi preparati, sono stati effettuati calcestruzzi con quantitativi vari di cemento (250, 300, 350, 600 Kg. per mc. di aggregato).

I vari calcestruzzi vengono individuati dalla lettera maiuscola indicante il tipo di aggregato, con numero romano indicante il tipo di cemento e con numero arabo indicante il quantitativo di cemento posto nel-l'impasto per m³ di aggregato.

In tutte le miscele è stata posta l'acqua in quantità tale da avere una buona lavorabilità dell'impasto.

L'acqua necessaria è notevolmente superiore a quella che è necessaria in calcestruzzi normali.

Gl'impasti sono stati posti nelle casseforme sempre senza costipazione, con semplice assestamento a mezzo di tondini di ferro.

La stagionatura a 28 giorni dopo sformatura a 48 ore dall'impasto, si è fatta avvenire in aria a temperatura ambiente e grado igrometrico normale.

Dalla misura dell'acqua all'atto della formazione degli impasti, dalla perdita di peso dei cubi dalla loro formazione all'atto della rottura si è potuto calcolare il rapporto acqua-cemento degli impasti, nelle due fasi suddette.

Di tutti i calcestruzzi costituiti si è calcolato il peso-volume.

Nella tavola seguente sono riportati i valori determinati sui vari calcestruzzi eseguiti:

Tabella dei risultati ottenuti

Calcestruzzo	Rapporto acquacemento		Peso a m³.	Carico di rottura a 28 giorni Kg/cm²
	all'impasto	alla rottura		
AI 250	0,81	0,39	930	40
AI 300	0,72	0,39	1050	69
AI 350	0,66	0,40	1140	99
BI 250	0,81	0,44	990	54
BI 300	0,76	0,42	1130	97
BI 350	0,66	0,42	1060	76
BI 600	0,50	0,42	1330	141
CI 250	0,86	0,44	1140	92
CI 300	0,76	0,44	1180	90
CI 350	0,68	0,46	1250	141
CII 250	0,91	0,40	1020	51
CII 300	0,86	0,43	1120	89
CII 350	0,80	0,46	1150	96
CIII 300	0,81	0,54	1120	96
DI 300	0,81	0,46	1000	54
EI 250	0,83	0,54	940	44
EI 300	0,74	0,42	1000	59
EI 350	0,66	0,43	990	55

Nelle fotografie dei calcestruzzi eseguiti, si vede da sinistra a destra: la superficie esterna, la superficie interna segata, un cubo rotto a compressione.

1) Dai risultati ottenuti si vede che nei calcestruzzi di pomice la resistenza non è legata alla granulometria degli aggregati.

Infatti:

A I 250	Modulo di finezza:	6,12	σ = 40 Kg/cm²
B I 250	» » »	5,73	σ = 54 »
C I 250	» » »	4,80	σ = 92 »
E I 250	» » »	5,53	σ = 44
A I 350	Modulo di finezza:	6,12	σ = 69 »
B I 350	» » »	5,73	σ = 97 »
C I 350	» » »	4,80	σ = 90 »
D I 300	» » »	5,20	σ = 54 »
E I 300	» » »	5,53	σ = 59 »
A I 300	Modulo di finezza:	6,12	σ = 99 »
B I 300	» » »	5,73	σ = 76 »
C I 300	» » »	4,80	σ = 141 »
E I 350	» » »	5,53	σ = 55 »

Per i vari tenori in cemento non è affatto rispettata la legge di Abrams: la resistenza non cresce col crescere del modulo di finezza dell'aggregato.

2) Dagli stessi risultati poi risulta che la resistenza dei calcestruzzi di pomice non dipende dalla qualità del cemento impiegato.

Infatti:

C	I 300 Cemento Portland	σ = 89 Kg/cm²
C	II 300 Cemento Portland smagrito	σ = 89 »
C	III Cemento Portland alta resistenza . . .	σ = 90 »

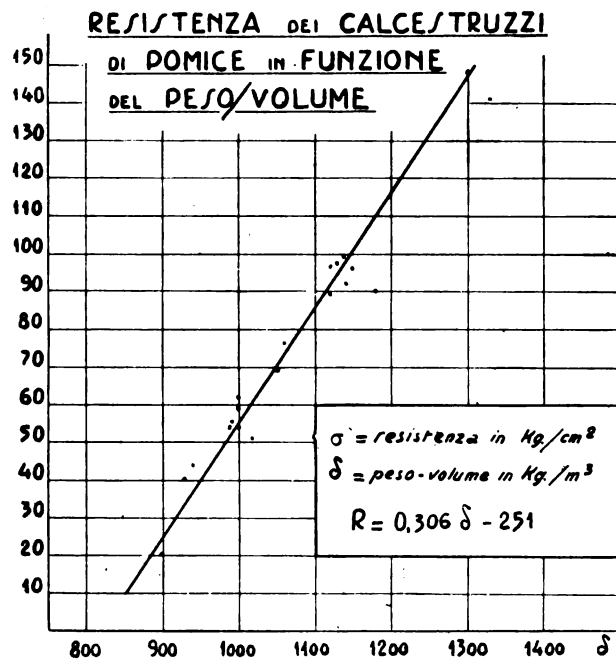
Con lo stesso aggregato e con lo stesso quantitativo di cemento normale, di cemento smagrito e di cemento ad alta resistenza si sono avute resistenze pressochè uguali.

3) Dai risultati suddetti si vede pure che nei calcestruzzi di pomice il quantitativo di acqua d'impasto e quindi il rapporto acqua-cemento non influisce sulla resistenza perchè l'acqua in eccesso viene evaporata nel periodo di stagionatura di 28 giorni (i cubi restano di peso costante dopo tale periodo) ed il rapporto acqua-cemento resta automaticamente pressochè costante a stagionatura avvenuta.

4) La resistenza dei calcestruzzi di pomice sganciata dalla funzione a cui invece sono legati quelli di ghiaia o pietrisco e sabbia comune, è legata con una funzione semplice, al suo peso-volume.

Infatti riportando su un diagramma quali ascisse i pesi-volumi dei calcestruzzi di pomice e su le rispettive ordinate le resistenze unitarie, si vede dalla figura che esiste una proporzionalità tra peso-volume e resistenza.

Prendendo il valore del peso-volume in Kg. per m³ e la resistenza unitaria R in Kg/cm² si ha:

$$\sigma = 0,306\ \delta - 251$$

Tale formula sta a dire che la resistenza del calcestruzzo di pomice è funzione lineare del suo peso-volume e indipendente quindi da tutte le altre variabili alle quali invece è legata la resistenza dei comuni conglomerati e ciò costituisce una ottima proprietà di questi calcestruzzi perchè in tal modo è reso assai facile il controllo della loro resistenza (2).

A seconda delle applicazioni che del calcestruzzo si deve fare, lo si potrà preparare più o meno leggero e quindi meno o più resistente, e ciò si otterrà operando su l'aggregato.

Determinazione dei moduli di elasticità dei calcestruzi di pomice.

Essi furono determinati con l'apparecchio a specchi Martens per vari tipi di calcestruzzi a 28 giorni di stagionatura e per un tipo fu studiata la variazione del modulo in funzione del tempo di stagionatura.

La determinazione del modulo fu eseguita per carichi compresi fra 10 e 60 Kg/cmq. dopo di aver sollecitato reiteratamente i cubi entro tali limiti, sino ad annullare le deformazioni plastiche ed aver quindi rese le deformazioni completamente elastiche.

Calcestruzzo A I 600: σ = 145 Kg/cmq.
δ = 1335 Kg/mc.
E = 94,3 Tonn/cmq.

Calcestruzzo C I 250: σ = 92,0 Kg/cmq.
δ = 1140 Kg/mc.
E = 70,0 Tonn/cmq.

Calcestruzzo C I 300: σ = 90 Kg/cmq.
δ = 1180 Kg/mc.
E = 73,0 Kg/cmq.

---

(2) La Sezione Lavori di Roma per incarico del rispettivo Servizio ha fatto venire da Lipari della pomice per effettuare prove su calcestruzzi. Ha effettuato impasti con 300 Kg. di cemento e 250 litri d'acqua per m³ di aggregato. Da tali impasti sono stati prelevati dei cubi di prova che a 28 giorni di stagionatura hanno dato una resistenza di 150 Kg/cmq. con un peso volume di 1320 Kg/m³.

La resistenza in base alla formula trovata dà: 153 Kg/cmq.

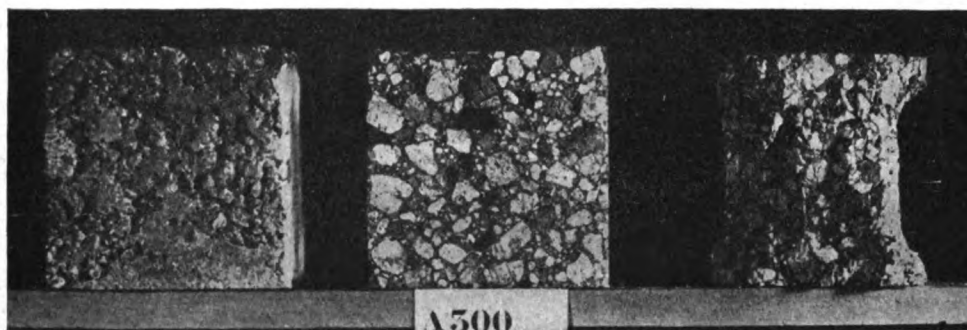
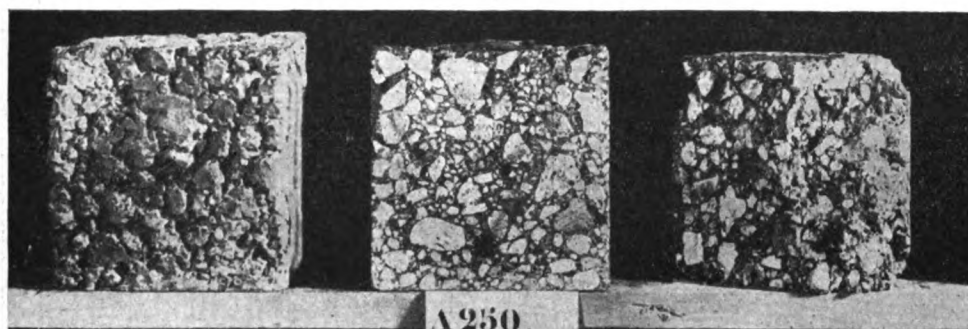
Anche in questo caso della pratica di cantiere la formula ricavata si è dimostrata applicabile.

L'aggregato di pomice usato si presentava molto pulverulento e scarso di elementi grossi, ed aveva infatti un modulo di finezza di 4,05.

Calcestruzzo D I 300: σ = 94 Kg/cmq.
δ = 1000 Kg/mc.
E = 62,6 Tonn/cmq.

Calcestruzzo E I 250: σ = 44 Kg/cmq.
δ = 94 Kg/mc.
E = 43,5 Tonn/cmq.

Calcestruzzo E I 350: σ = 55 Kg/cmq.
δ = 990 Kg/mc.
E = 47,0 Tonn/cmq.

Calcestruzzo C I 350: σ a 28 g. = 128 Kg/cmq.
σ a 84 g. = 146 »
δ = 1250 Kg/mc.

Modulo di elasticità a:

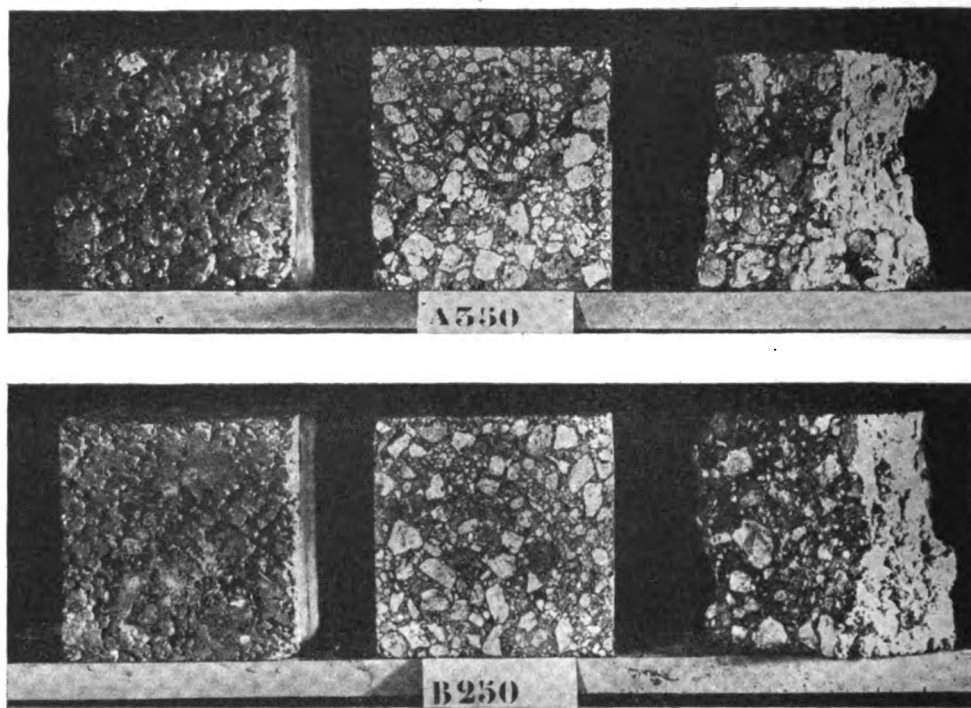
7 giorni	E = 52,0 Tonn/cmq.
15 »	E = 56,9 »
28 »	E = 60,5 »
84 »	E = 62,7 »

Salvo qualche differenza, dovuta forse alla qualità variabile di cemento usato, resta confermato anche per i calcestruzzi di pomice che i moduli di elasticità sono funzione della resistenza del calcestruzzo e della sua stagionatura.

Dati i valori dei moduli che presentano i calcestruzzi di pomice, nei calcoli per le strutture armate di ferro, si dovrà usare quale rapporto dei moduli rispetto al ferro, i valori compresi fra 35 e 40 anzichè 10.

Determinazione dei coefficienti di ritiro.

Le determinazioni furono fatte sul calcestruzzo tipo C I 350, a mezzo dell'apposito apparecchio Amsler comparativamente ad una sbarra Invar su prisma della se-

zione di 10 × 10 cm. della lunghezza di 50 cm. tenuta in ambiente a temperatura e stato igrometrico costante. Si ebbero i seguenti risultati:

Coefficienti unitari di ritiro:

a 11 giorni	0,00015
» 19 »	0,00026
» 28 »	0,00052
» 2 mesi	0,00061
» 3 »	0,00065
» 5 »	0,00065

Il fenomeno del ritiro dopo tre mesi è cessato.

Il valore massimo raggiunto è pressochè uguale a quello che si ha nei buoni calcestruzzi normali.

Determinazione della coibenza.

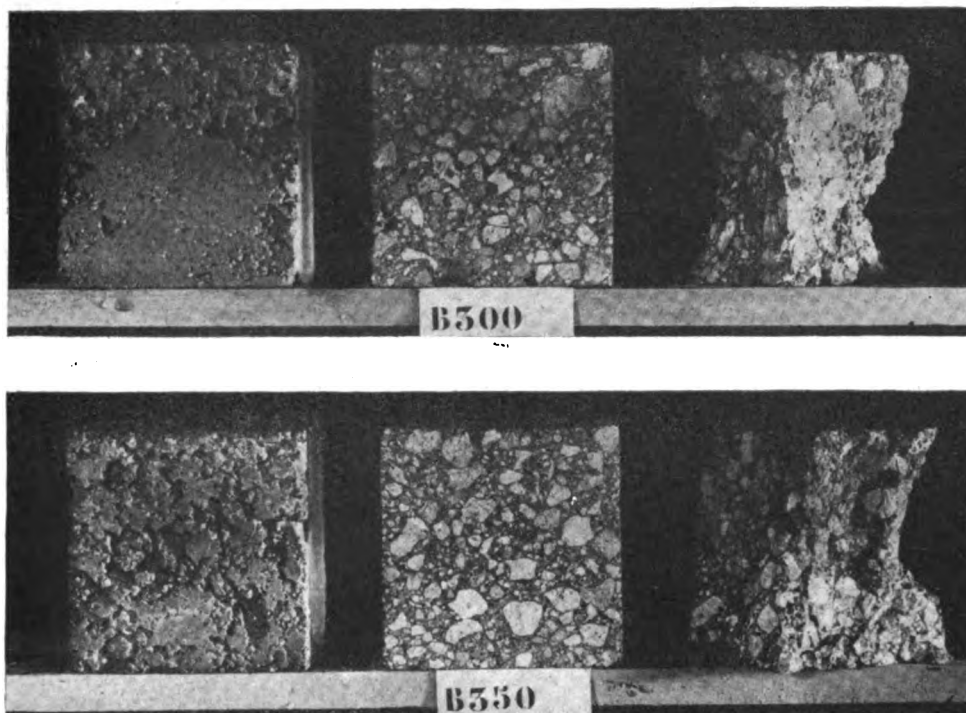
Su lastre di 60 × 60 × 5 cm. costituite con calcestruzzo di pomice tipo C I 350 e con calcestruzzo di ghiaia e sabbia sono stati determinati i coefficienti di trasmissione interna del calore che sono risultati:

Calcestruzzo di ghiaia e sabbia: $K = 0,64$ Gc/I°/0
Calcestruzzo di pomice . . . $K = 0,31$ »

(Dr. Ing. O. Cuzzer)

Il calcestruzzo di pomice ha potere coibente doppio del calcestruzzo normale.

Prove di imbibimento:

Data la leggerezza del calcestruzzo di pomice e la sua porosità, può sorgere il dubbio che tali calcestruzzi possano imbibirsi di acqua, appesantire le strutture che costituiscono e diminuire anche la loro resistenza unitaria.

Si è ritenuto perciò opportuno effettuare delle prove al riguardo.

L'aggregato tipo C ha un peso-volume di 660 Kg/m³, per cui tenendo presente che la pomice usata ha un peso specifico di 2,35, risulta che l'aggregato ha vuoti tra elementi, e vuoti nella massa degli elementi costituenti l'aggregato per una percentuale del 72 % dello spazio occupato.

Costituendo con esso un calcestruzzo con 350 Kg. di cemento a rapporto acqua-cemento 0,45 (a stagionatura di 28 giorni) il 27,5 % di vuoti vengono occupati dalla pasta di cemento per cui i vuoti del calcestruzzo restano il 44,5 % ed il suo peso-volume risulta:

$$660 + 350 + 350 \times 0,45 = 1168 \text{ Kg/m}^3$$

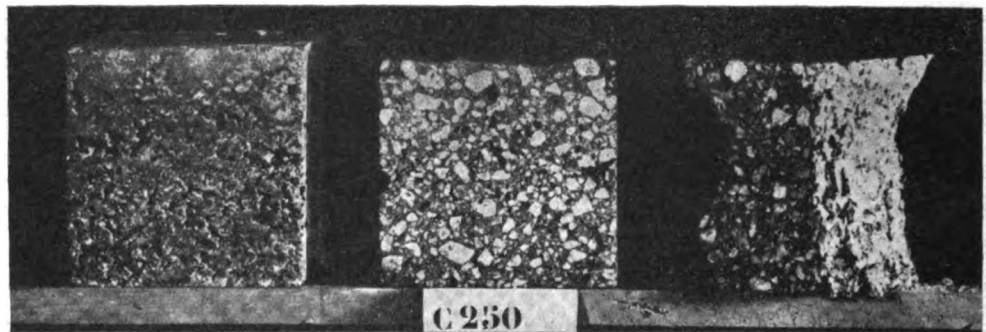
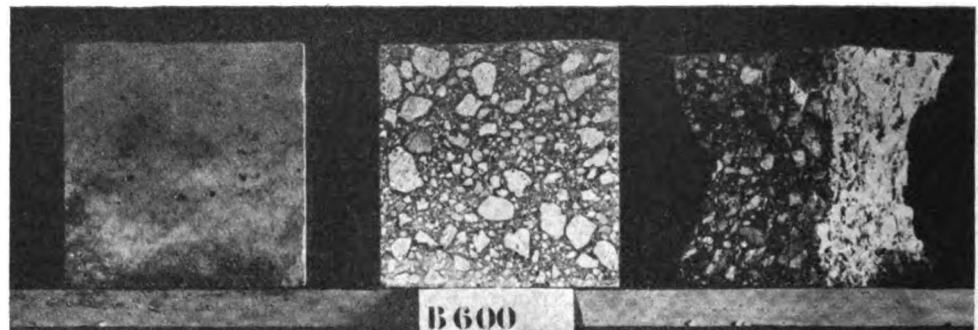
Tale è il peso-volume del calcestruzzo tipo A I 350 con il quale sono state effettuate queste prove.

Le stesse prove sono state anche fatte con un calcestruzzo più leggero tipo C II 250 del peso-volume di 1000 Kg/m³.

Cubi di tali calcestruzzi di 16 cm. di lato a stagionatura di tre mesi, che dopo 28 giorni, avevano mantenuto il loro peso costante, sono stati immersi in acqua ed ivi mantenuti per quattro giorni, misurando l'acqua assorbita ogni 24 ore.

L'assorbimento n percentuale di volume è stato il seguente:

	C I 350 δ = 1168	C II 250 δ = 1000
Dopo il 1° giorno	14,95 %	16,8 %
» » 2° »	15,40 »	17,4 »
» » 3° »	15,65 »	17,8 »
» » 4° »	15,65 »	17,8 »

L'assorbimento è cessato dopo il 3° giorno e l'acqua assorbita ha riempito il 35 % dei vuoti $\left(\frac{15,65}{44,5} \times 100\right)$.

Imbibendo i cubi essiccati di pomice nell'apposito apparecchio nel quale viene estratta prima l'aria dalla massa e poi immessa l'acqua sino alla pressione di 10 Kg/cmq., si è ottenuto un imbibimento del 37 %, ossia si sono riempiti d'acqua l'83 % dei vuoti del conglomerato e non il 100 %. Il che sta a dimostrare che la pomice ha molti vuoti non comunicanti che costituiscono delle vere paratie stagne difficili ad essere invase dall'acqua.

Le prove suddette dimostrano che i calcestruzzi di pomice non possono essere troppo appesantiti da acqua neppure se immersi in essa.

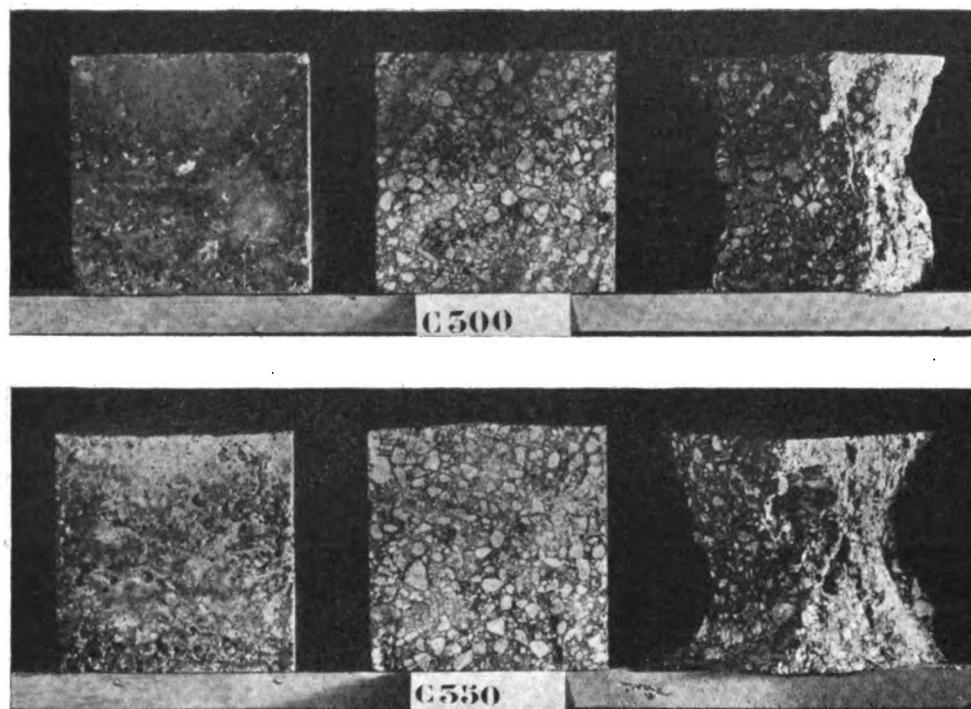
Sono state effettuate prove comparative sia su cubetti di pomice, sia su cubi di calcestruzzo asciutti ed imbibiti di acqua, e si può asserire che con l'imbibimento non si ha una apprezzabile diminuzione di resistenza nè su la pomice in pezzi, nè sui calcestruzzi con essa confezionati.

Sono state inoltre effettuate sui calcestruzzi di pomice le prove di permeabilità che si effettuano su le tegole, con pressione di 50 mm. d'acqua. Dopo aver fatto esercitare

tale pressione di acqua su lastra di calcestruzzo, di spessore di 8 cm., non avendo passaggio d'acqua, sono state tagliate le lastre a secco con la sega a disco di carborundum, constatando che l'acqua era penetrata di soli 2 cm.

Si può quindi asserire che i calcestruzzi di pomice del peso-volume di almeno 1000 Kg/m³ sono impermeabili all'acqua.

COMPORTAMENTO DI CALCESTRUZZO DI POMICE NELLE STRUTTURE ARMATE.

Prove di laboratorio sono state eseguite per controllare che la compartecipazione del ferro e del calcestruzzo nelle sollecitazioni di flessione avvenisse come per il conglomerato ordinario.

1) A scopo comparativo sono stati costruiti dei travetti delle dimensioni di 18 × 18 × 130 cm. armati con tre tondini del diametro di 10 mm. e di 10 staffe del diametro di 7 mm. posti a 12 cm. di distanza l'uno dall'altro, tanto in calcestruzzo di pomice tipo C I 350, quanto in calcestruzzo normale di ghiaia e sabbia.

I tondini usati presentavano le seguenti caratteristiche:

Carico di snervamento . . . . 3500 Kg/cmq.
Carico di rottura . . . . 4450 »
Modulo di elasticità *E* . . . . 2100 Tonn/cmq

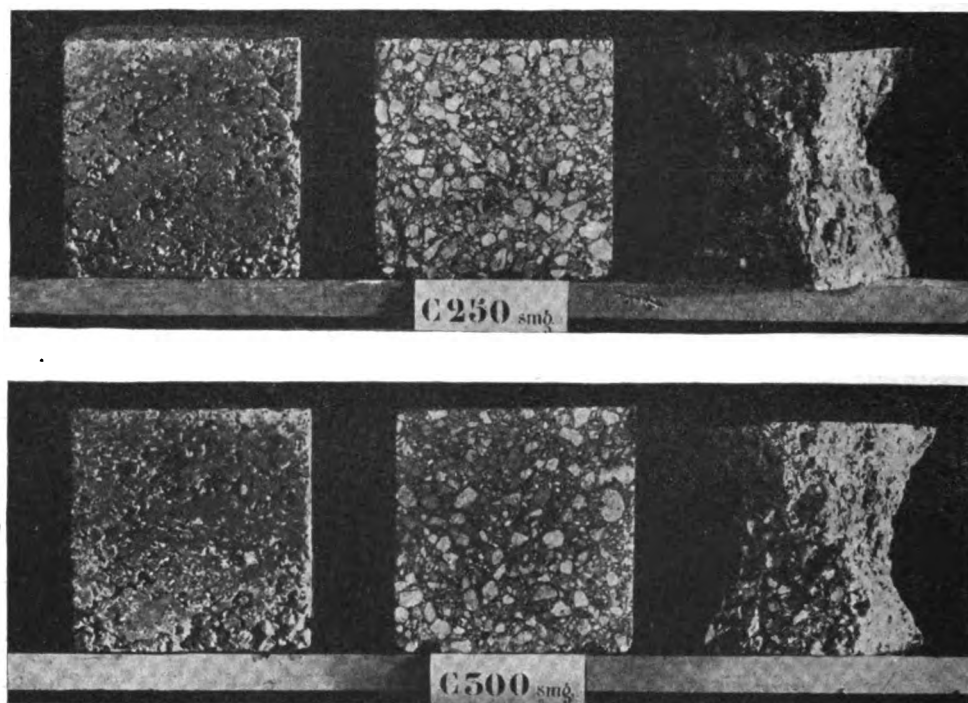
Con campata di 100 cm. si sono sollecitati i travetti a flessione con carico concentrato (*P*) nella mezzeria).

Si sono avute le rotture con i seguenti carichi:

Trave di pomice N. 1 . . . . $P = 2800$ Kg.
» » » » 2 . . . . $P = 3400$ »
» » calcestruzzo normale . . . . . . $P = 4300$ »

Le rotture dei travetti di pomice si sono avute per schiacciamento della pomice nella zona superiore più compressa, mentre la rottura del travetto di calcestruzzo normale si è prodotta per snervamento del ferro.

I calcestruzzi con cui si sono costituiti i travetti hanno dato a compressione una resistenza rispettiva di 100 Kg/cmq. (1150 Kg/m³) e di 221 Kg/cmq (2370 Kg/m³).

Dai calcoli delle sollecitazioni unitarie massime che in tali travetti si sono avute

applicando le formule ordinarie per valori di $n = 40$ per la pomice e $n = 10$ per ghiaia e pietrisco si ha:

Travetto pomice:

$$\sigma\ c = 92{,}61 \text{ Kg/cmq.}$$
$$\sigma\ f = 2952 \text{ Kg/cmq.}$$

Travetto conglomerato normale:

$$\sigma\ c = 176{,}3 \text{ Kg/cmq.}$$
$$\sigma\ f = 3430 \text{ Kg/cmq.}$$

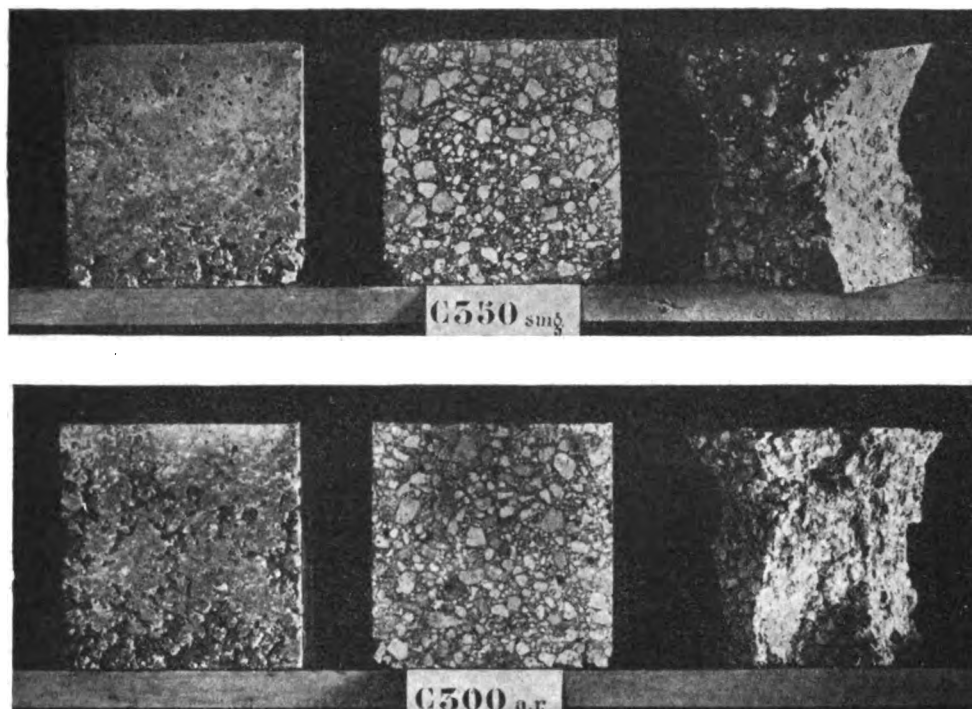
Tali valori stanno a confermare quanto l'esperienza ha dimostrato e cioè il raggiunto limite di rottura nel calcestruzzo di pomice, e di snervamento nel ferro del conglomerato normale.

2) È stato costruito un travetto tipo Empergher delle dimensioni di 7,0 × 8,6 × × 220,0 cm. in calcestruzzo di pomice, armato con 2 tondini tangenti alla base, di 8 mm. di diametro.

Si sono calcolate le sollecitazioni nel calcestruzzo e nel ferro con $n = 35$, in funzione del carico concentrato alla mezzeria per campata di m. 1,80 ed è risultato:

$$\sigma\ c = 0{,}374\ P$$
$$\sigma\ f = 7{,}000\ P$$

Per controllare se la ripartizione delle sollecitazioni tra calcestruzzo e ferro avvenissero secondo le ipotesi fatte e secondo i relativi calcoli, si è misurata per $P = 100$ Kg. la deformazione dei tondini, risalendo quindi, conoscendone E, alla sollecitazione. Si è avuta una sollecitazione di 672 Kg. invece di 700 Kg. teorici.

Il travetto poi si è rotto ad un carico di $P = 360$ Kg., ossia ad un $\sigma c = 134$ Kg/cmq. e $\sigma f = 2520$ Kg/cmq.

Si trattava di un calcestruzzo tipo C I 350 a 84 giorni di stagionatura.

Le prove di flessione hanno dimostrato che il calcestruzzo di pomice si comporta analogamente al normale nella ripartizione degli sforzi con il ferro in esso incorporato.

Prove di aderenze al ferro.

Si è ritenuto opportuno controllare sperimentalmente se il calcestruzzo di pomice aderisse bene al ferro in esso immesso, e tali prove sono state fatte comparativamente ad agglomerato normale.

In cubi di 16 cm. di lato sono stati immersi nel centro tondini di ferro del diametro di 20 o di 12 mm. della lunghezza di 18 cm.

A stagionatura di 28 giorni si son posti i cubi su piastra forata nel centro in corrispondenza del tondino e si è determinato il carico necessario a far scorrere il tondino nel cubo, esercitando una pressione sul tondino.

Si riportano i risultati medi di 4 prove riferendo il carico di aderenza in Kg/cmq. di superficie di ferro aderente al calcestruzzo.

1) Calcestruzzo di ghiaia e sabbia:

Compressione . . . . 273 Kg/cmq.
Aderenza tondino da 12 mm. . . . . 53,8 »

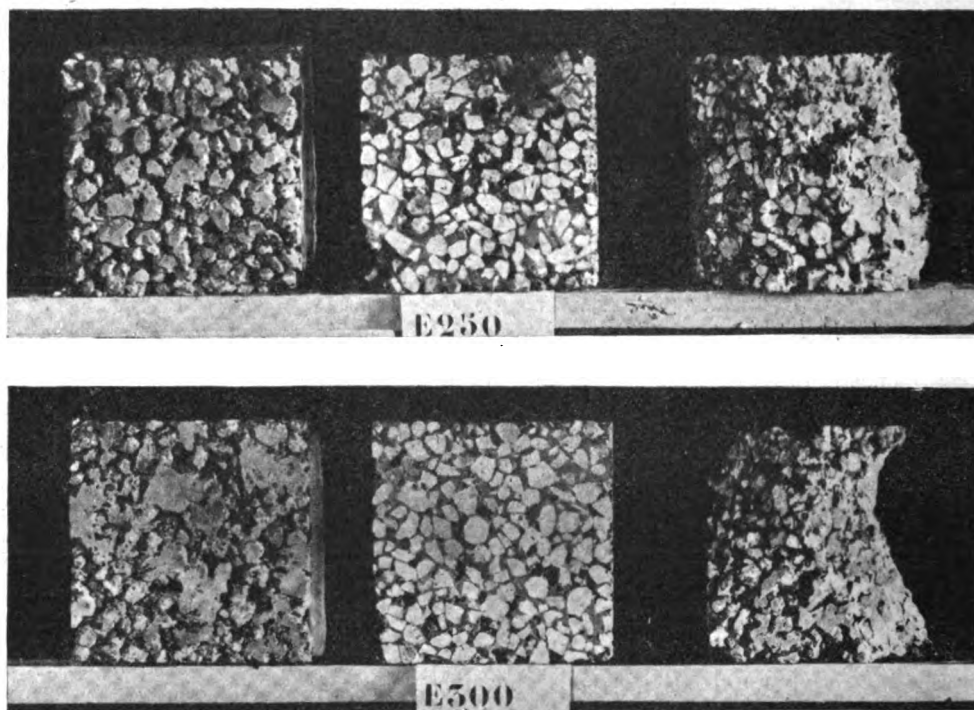
2) Calcestruzzo di ghiaia e sabbia dello stesso tipo:

Compressione . . . . 188 Kg/cmq.
Aderenza tondino da 20 mm. . . . . 29,4 »

3) Calcestruzzo di pomice tipo C I 350:

Compressione . . . . 94 Kg/cmq.
Aderenza tondino da 12 mm. . . . . 28,6 »

4) Calcestruzzo di pomice dello stesso tipo:

Compressione . . . . 103 Kg/cmq.
Aderenza tondino da 20 mm. . . . . 22,8 »

Dai risultati ottenuti, tenendo presente che l'aderenza non è indipendente dalla resistenza alla compressione dell'agglomerato, si può concludere che i calcestruzzi di pomice hanno un'ottima aderenza al ferro.

Considerazioni varie.

1) I calcestruzzi di pomice a peso-volume di 900 ÷ 1000 Kg/m³ per la loro leggerezza, per la loro resistenza discreta (35 ÷ 55 Kg/cmq.), per la loro coibenza, per la loro asonorità (esperienze al riguardo sono state fatte all'Istituto Arti e Mestieri di Parigi) sono molto adatti per murature di riempimenti, per tramezzi, rinfianchi, spianamenti, imbottiture e parti di solai in sostituzione di laterizi, ed in tutte le strutture non portanti.

Tali calcestruzzi leggeri e coibenti sono utilizzabili con vantaggio nell'isolamento termico delle celle frigorifere, in sostituzione dei vari tipi di sugheri evaporati e bitu-

mati poichè con essi vengono eliminati i pericoli delle formazioni delle muffe e della putrescibilità.

Il calcestruzzo di pomice ha funzioni autarchiche, non solo perchè è materiale nazionale ma sopratutto per il fatto che per la sua leggerezza, fa diminuire i pesi di tutte le masse non portanti dell'edificio e quindi permette una sensibile diminuzione delle dimensioni delle strutture portanti e delle fondazioni.

2) I calcestruzzi di pomice a peso-volume di 1150-1200 per la loro resistenza (100 ÷ 110 Kg/cmq.) possono essere usati anche in strutture portanti con armature di ferro. Vi sarà convenienza a fare strutture in cemento armato con pomice in tutti quei casi nei quali può avere importanza la diminuzione del peso proprio del 50 %.

Una colonna di calcestruzzo normale che non dovesse sopportare che il peso proprio con sollecitazione massima alla base di 40 Kg/cmq. e con peso-volume di 2400 Kg/m³, sarebbe alta 166 m.

Una colonna di calcestruzzo di pomice nelle stesse condizioni con sollecitazione massima alla base di 25 Kg/cmq. e con lo stesso coefficiente di sicurezza della precedente e con peso-volume di 1200 Kg/m³, sarebbe alta 208 m.

Due travi di calcestruzzo della sezione di 7,0 × 8,6 cm. armati di tondini di ferro da 12 mm. nella zona tesa, che dovessero sopportare oltre al peso proprio, un carico uguale al peso proprio, in calcestruzzo normale con carico unitario massimo di 40 Kg/cmq., o se in calcestruzzo di pomice con carico unitario massimo di 25 Kg/cmq., potrebbero avere campata rispettivamente di m. 2,95 e m. 3,85.

Gli esempi suddetti stanno a dimostrare che si può usare la pomice nelle strutture in cemento armato portanti nei casi in cui il carico accidentale è piccolo e quindi la variazione di peso proprio della struttura in pomice rispetto a quella in calcestruzzo normale rappresenta una percentuale apprezzabile rispetto al carico totale.

Se si deve costruire un trave a grande campata, portante un carico di ordine di grandezza di quello del trave stesso, in modo che nel peso totale, il peso proprio rappresenti una percentuale elevata; effettuando il trave di pomice anzichè di calcestruzzo ordinario, pur dovendo usare $n = 35$, si ha, per uguale rapporto base-altezza dei travi, un'economia di calcestruzzo in volume e quindi di cemento, nonchè una economia di ferro.

Tale economia, naturalmente diminuisce al diminuire del rapporto base-altezza, poichè l'economia del ferro, indipendentemente dal tipo di calcestruzzo usato, si effettua aumentando l'altezza dei travi.

CONCLUSIONE.

Date le proprietà fisiche della pomice, dato che in Italia ne è abbastanza facile l'approvvigionamento anche da altre località oltre che da Lipari, dato infine il suo costo a pie' d'opera che non fa aumentare il costo del calcestruzzo a volume, dato che esso apporta un contributo per i motivi già detti, alla risoluzione del problema autarchico, si deve da parte dei tecnici facilitare l'uso di essa nei vari tipi costruttivi, nei quali può essere agevolmente ed utilmente usata.

Le grandi coperture di hangar, le ardite pensiline di stazioni e di stadi nelle quali il peso proprio rappresenta una percentuale assai elevata del carico totale sopportato dalla struttura potranno essere costruite con vantaggio dell'economia, dell'autarchia e dell'estetica, utilizzando la pomice.

BIBLIOGRAFIA.

1. *Researches on the Moisture Conditions in Cold Storage Walls of Cell Concrete.* Theoretical Considerations and Practical Expériments by ERIK V. MEYER, Chief Engineer of the Research Stépartment Christiani & Nulsen, Copenhagen. 34° Rapporto 2ª Sez. V Congresso Internazionale del Freddo, aprile 1928, Roma.

2. *On Cell Concrete,* by CARL IACOBZEN, Professor at the Royal Tecnical Higli School, Copenhagen. 33° Rapporto della 2ª Sez. del V Congresso Internazionale del Freddo, aprile 1928, Roma.

3. *Experiences exécutées sur le bétons cellulaires.* « Bolletin International de Renseignaments frigorifiques », 1931, pag. 541.

4. *La pomice nella moderna edilizia,* Dr. Ing. ROMUALDO INGRASSIA, dalla Rivista « Rinascita », Rassegna Tecnica che pubblica gli atti del Sindacato Ingegneri di Messina, nn. 1 e 3 del 1932.

5. *Eins neues Verfahren zur Herstellung von Leichtbeton Poröse Tonformlinge als Zuschlagstoff,* Architekt von FRIEDRICH HUTH. « Tonindustrie-Zeitung », n. 34, del 26 aprile 1934, pag. 418.

6. *Le béton léger dans le pratique. Etude d'habitations construites au moyen de ce matériel,* F. SCHENEIDU-ARNOLDI. « Zement », 1935, T. 20, n. 37-39, pagg. 840-842 e 871-875, 10 e 24 settembre.

7. *Preparation de béton léger à partir de pierre pomce industrielle.* MEYER, « Zement », 7 marzo 1935, T. 24, n. 10, pagg. 148-151.

8. *Elementi di acustica tecnica.* Prof. GUSTAVO LANZO. Premiata Tipografia Agraria di G. Castiglion, Milano.

9. *La lutte contro le Bruit. Etude entreprises sur les Matériaux dits « Insonores ».* Sous le auspices du Touring Club de France. Edité par la « Revue Mensuelle de la Chambre Syndacale des entreqremeurs de Maçonnrie, ciments et béton armé de la ville de Paris et du Départment de la Seine ».

10. *Dati statistici sui caratteri pratici ed economici degli edifici costruiti.* Dr Ing. INNOCENZO COSTANTINI. Pubblicazione dell'Istituto per le Case Popolari, Roma, 1935.

11. *I conglomerati di pomice nell'edilizia.* Dr. Ing. I. COSTANTINI. « L'Industria Italiana del Cemento », n. 3, marzo 1936-XIV.

12. *Impiego razionale della pomice negli agglomerati edilizi leggeri.* Prof. A. SESTINI e Dr. L. SANTARELLI. « L'Industria Italiana del Cemento », n. 4, aprile 1936-XIV.

13. *Una casa di pomice.* Archit. GIORGI GUIDI. « Rivista Architettura », febbraio 1936-XIV, annata XV.

Ricerche sperimentali sulla resistenza d'attrito nelle giunzioni delle rotaie e sulle sollecitazioni nelle chiavarde

Ing. G. ROBERT, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

Riassunto. — Recenti esperienze, eseguite per determinare i valori pratici della resistenza che le giunzioni oppongono alla libera dilatazione delle rotaie, hanno messo in evidenza l'opportunità di intervenire per impedire che la resistenza stessa superi certi limiti.

È risultato inoltre che le chiavarde di giunzione in opera sono normalmente troppo sollecitate.

Si suggeriscono alcuni provvedimenti pratici per migliorare le giunzioni nei sensi suddetti.

I. — Premessa.

È noto che le variazioni di lunghezza delle rotaie in opera, in dipendenza delle variazioni termiche, sono contrastate da due resistenze: quella che la massicciata oppone agli spostamenti delle traverse, rappresentabile con sufficiente approssimazione con una forza assiale uniformemente distribuita r (Kg. per cm. di rotaia, e quella che gli organi delle giunzioni (ganasce) oppongono agli spostamenti delle estremità delle rotaie, indicabile con una forza assiale concentrata $\frac{R}{2}$ applicata alle estremità stesse delle rotaie.

Una nuova teoria sulla dilatazione termica delle rotaie in opera, elaborata presso il Servizio Lavori delle F. S., a differenza delle formule precedentemente adoperate, si fonda appunto sulla considerazione di tali resistenze i cui valori pratici dipendono dalle condizioni e dalla forma rispettivamente della massicciata e delle giunzioni. Quanto più tali valori sono grandi, tanto più le variazioni di lunghezza delle rotaie sono contrastate e quindi tanto maggiori sono le tensioni interne che si sviluppano nelle rotaie a parità di lunghezza. Con l'attuale tendenza di ridurre al minimo possibile gli intervalli di dilatazione calcolandoli rigorosamente è molto importante conoscere i valori che r ed R assumono in pratica appunto per dare ai calcoli la massima esattezza. D'altra parte è essenziale che la distribuzione delle luci di dilatazione fra le rotaie si mantenga inalterata col tempo, per il che (a parte gli effetti del passaggio dei treni, contrastabili con mezzi adatti), è opportuno che i valori pratici della resistenza $\frac{R}{2}$ siano il più possibile uniformi, ossia che tutte le giunzioni oppongano all'incirca la stessa resistenza.

Per quanto sopra, per conto del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S. sono state eseguite, presso le Officine Materiale Fisso di Pontassieve, alcune determinazioni sperimentali alla scopo di conoscere i valori assunti in pratica dalle resistenze r ed $\frac{R}{2}$

ed eventualmente per ricavarne suggerimenti atti a rendere la seconda più uniforme. atti a rendere la seconda più uniforme.

In questa nota riferiamo soltanto sulle ricerche relative alla resistenza $\frac{R}{2}$.

II. — Resistenza alle giunzioni e programma delle esperienze.

Dati i rapporti normalmente intercedenti fra i diametri dei fori nelle rotaie e nelle ganasce e quelli delle chiavarde, la resistenza $\frac{R}{2}$ che una giunzione oppone allo spostamento dell'estremità di ciascuna delle due rotaie, si compone di due parti:

a) resistenza K dovuta all'attrito fra ganasce e rotaie lungo i piani di steccatura, la quale agisce durante tutto il tempo del movimento della rotaia;

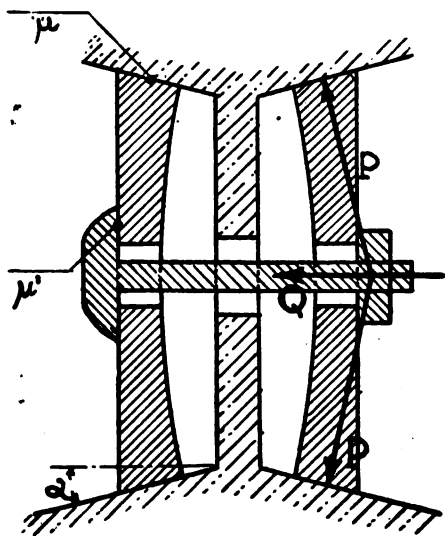
b) resistenza K' dovuta all'attrito dei dadi e delle teste delle chiavarde sulle ganasce, la quale si aggiunge alla prima quando interviene il trascinamento delle chiavarde.

Fig. 1.

Riferendoci alla figura 1 e indicando con Q la forza di stringimento esercitata da una chiavarda, con n il numero di chiavarde contenute in una estremità di rotaia, con μ il coefficiente d'attrito lungo i piani di steccatura e con μ' quello fra chiavarde e ganasce, risulta:

$$K = 4n \frac{Q}{2 \operatorname{sen} \alpha} \mu . \quad [1]$$

$$K' = 2n\, Q\, \mu' \quad [2]$$

$$\frac{R}{2} \max = K + K' \quad [3]$$

La forza Q dipende dal momento M applicato per serrare o allentare i dadi, ossia dalla forza impiegata dagli uomini di linea e dal braccio di leva delle chiavi adoperate.

Per poter eseguire le prove in laboratorio su giunzioni poste nelle stesse condizioni in cui si trovano quelle in opera sulle linee in esercizio, era necessario stabilire l'entità del momento medio M applicato normalmente dagli uomini di linea nel serrare o allentare le chiavarde. D'altra parte era interessante definire sperimentalmente anche la relazione fra Q ed M prescindendo dalle relative formule teoriche, perciò alle esperienze specificate dirette a determinare $\frac{R}{2}$ ne sono state abbinate altre relative alla forza Q.

Per quanto sopra il programma definitivo delle esperienze è stato stabilito come segue:

1) Determinazione del momento medio Mm^a occorrente per allentare le chiavarde di giunzioni in opera su binari di esercizio, e del corrispondente momento medio di stringimento Mm^s.

2) Determinazione della resistenza d'attrito $\frac{R}{2}$ su giunzioni di prova strette con il momento medio M_m^s sopra determinato.

3) Determinazione della legge di dipendenza di Q da M^s e quindi anche della forza media di stringimento Q_m corrispondente a M_m^s.

III. — Prima serie di determinazioni.

Per l'esecuzione della prima serie di determinazioni è stata costruita su modello tedesco una speciale chiave dinamometrica ottenuta (fig. 2) aggiungendo a una comune chiave d'armamento due molle flessibili collegate ad un indice. Tale apparecchio for-

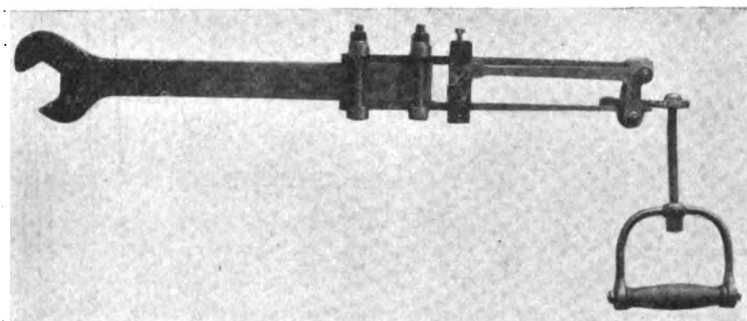



Fig. 2. — Chiave dinamometrica per la misura dei momenti applicati ai dadi delle chiavarde

nisce l'indicazione dello sforzo (e quindi anche del momento) occorrente per l'allentamento e lo stringimento dei dadi.

Durante le prove si è riscontrato che il momento M^a occorrente per allentare una chiavarda è sempre minore di quello M^s occorrente per ristringerla fino a riportarla nella primitiva posizione. D'altra parte, nei binari in esercizio, le chiavarde sono sempre ricoperte da ruggine e incrostazioni formatisi dopo l'ultima ripassatura del binario.

Per tener conto di tali circostanze la prima serie di determinazioni è stata eseguita come segue:

1) Si è preso in esame un binario di corsa in esercizio, dell'armamento considerato.

2) Si è ordinato ad alcuni cantonieri di allentare un certo numero di chiavarde e quindi di ristringerla nuovamente in modo assolutamente normale, ossia impiegando gli stessi mezzi e lo stesso sforzo che vengono generalmente impiegati durante i comuni lavori di linea.

Tale operazione preliminare aveva appunto lo scopi di eliminare la ruggine e le incrostazioni.

3) Con la chiave dinamometrica si è proceduto ad allentare le stesse chiavarde annotando per ciascuna il momento M^a occorrente, quindi a ristringirle applicando un momento $M^s > M^a$ e finalmente ad allentare di nuovo registrando il momento $M^{a\prime}$ occorrente.

4) Facendo la media degli M^a si è trovato il momento medio di allentamento M^a_m; considerando soltanto quei casi per i quali si era ottenuto $M^{a\prime} \simeq M^a$ si è calco

lata la differenza percentuale media fra gli M^a e i corrispondenti M^s; quindi, aggiungendo ad $M^a m$ tale percentuale media si è trovato il valore del momento medio di stringimento $M^s m$.

Nel seguente prospetto sono raccolti i risultati di un gruppo di determinazioni.

Giorno 23 febbraio 1938-XVI°
Linea Roma - Firenze
Binario di corsa treni pari in stazione di Pontassieve -

Armamento F.S. 46³
Chiavarde C.62 - Ganasce F.S.G.8
Rondelle elastiche semplici.

	M^a	M^s	M^a	M^a	M^s	M^a	M^a	M^s	M^a	M^a	M^s	M^a	M^a	M^s	M^a	M^a	M^s	M^a
	Kgm.			Kgm.			Kgm.			Kgm.			Kgm.			Kgm.		
I^a Chiavarda	26	35	35	20	28	19	31	41	41	22	40	32	33	45	35	26	41	34
II^a "	21	28	24	26	35	14	29	41	28	15	24	19	21	28	26	26	35	21
III^a "	28	38	38	39	49	42	21	31	22	33	45	35	21	31	28	31	41	38
IV^a "	21	28	21	35	45	42	24	31	31	34	45	32	28	41	33	28	38	34
Medie	24	32	30	30	39	29	26	36	33	26	38	30	26	36	30	27	39	32
Media degli M^a	$M^a_m = 27$ Kgm.																	
Percentuali aumento per passare da M^a a M^s				30%						45%						41%		
Media delle percentuali d'aumento	38%																	
Media degli M^s corrispondenti agli M^a	$M^s_m = 1{,}38 \times M^a_m = 37$ Kgm.																	

Questa prima serie di determinazioni è stata eseguita su 96 chiavarde C. 62 in opera su binario di corsa armamento F. S. 46-³ ganasce F. S. G. 8, rondelle elastiche semplici; e su 48 chiavarde C. 45 in opera su binario di precedenza armamento R. A. 36-s rondelle elastiche piane.

IV. — Seconda serie di determinazioni.

Per l'esecuzione della seconda serie di determinazioni è stata costruita una macchina di prova (figg. 3 e 4) costituita da due morse, delle quali una fissa e l'altra mobile nei due sensi per mezzo di binde idrauliche collegate con manometri. Il provino è costituito da due spezzoni di rotaia uniti con una giunzione ordinaria.

Con tale macchina si può riprodurre il fenomeno, in realtà dovuto alle variazioni termiche, dell'allargamento e stringimento della luce di dilatazione fra due teste di rotaia e si può misurare la forza occorrente per provocare tali movimenti.

La seconda serie di determinazioni è stata eseguita come segue:

1) Montato il provino sulla macchina con la luce di dilatazione chiusa, sono state strette le chiavarde mediante la chiave dinamometrica applicando il momento $M^s m$ già determinato.

2) Azionando le binde si sono provocate successive aperture e richiusure dell'intervallo di dilatazione registrando le indicazioni dei manometri. (Tali movimenti favoriscono l'assestamento delle giunzioni montate da poco, per cui dopo i primi scorrimenti le chiavarde risultano sempre lente: perciò si è dovuto procedere a ristrin-

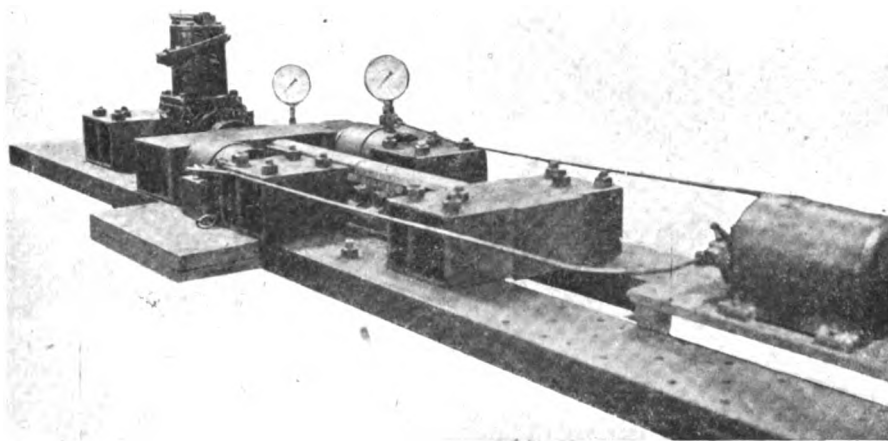



FIG. 3. — Macchina per la prova delle giunzioni di rotaie.

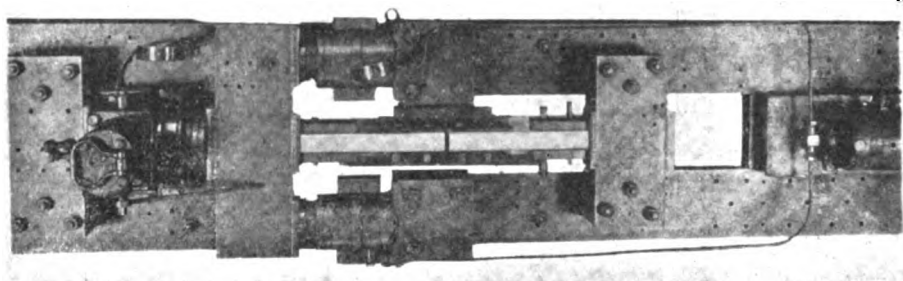



FIG. 4. — La stessa macchina vista dall'alto.

gerle più volte, sempre applicando il momento $M'm$, ed affrettando anche l'assestamento mediante colpi di martello, prima che per l'allentamento fosse necessario applicare momenti all'incirca uguali a $M^a m$, ossia prima che la giunzione potesse ritenersi assestata come quelle in linea).

3) Provvedendo ogni volta a fissare mediante segni di riferimento le posizioni iniziali delle ganasce rispetto alle rotaie e delle chiavarde rispetto alle ganasce è stato possibile seguire separatamente i movimenti relativi di tali pezzi e registrare le indicazioni fornite dai manometri in corrispondenza a ciascuno di essi, nonchè l'ordine di successione dei movimenti stessi.

Segue il prospetto dei risultati delle prove eseguite su una giunzione.

Questa seconda serie di determinazioni è stata eseguita su n. 6 provini dell'armamento F. S. 46-³, di cui due con piani di steccatura puliti asciutti, due con piani di steccatura spalmati di grafite e due con piani di steccatura ossidati; e su n. 6 provini dell'armamento R. A. 36-s in analoghe condizioni. Furono utilizzate ganasce e chiavarde sia nuove che tolte d'opera appositamente da binari in esercizio.

III° Provino

(22/6/1938) Ganasce ossidate tolte d'opera dal binario di corsa
Chiavarde C.62 » » con riparelle semplici

	String.to Kgm.38						String.to Kgm.38						String.to Kgm.38					
	Iª PROVA						IIª PROVA						IIIª PROVA					
	TRAZIONE		COMPRESS		ALL.TO	NOTE	TRAZIONE		COMPRESS		ALL.TO	NOTE	TRAZIONE		COMPRESS		ALL.TO	NOTE
INDICI	N	TONN	N	TONN	Kgm		N	TONN	N	TONN	Kgm		N	TONN	N	TONN	Kgm	
A			1	10.7		Scorrim.	1	15.-	1	14.-		Scorrim.	1	21.6	1	22.8		Scorrim.
B						uniformi			3	28.-		uniformi	3	35.-	3	33.5		uniformi
C			2	17.4	15				2	26.8	22		2	23.3	2	24.-	24	
D			3	20.-	10		2	18.3			19		2	23.3	2	24.-	27	
E					22		3	26.6			26						27	
F					10						21						22	

N.B. Le lettere delle prime colonne rappresentano gli indici di riferimento sul provino come nello schema affiancato e i numeri delle colonne "N" forniscono l'ordine di spostamento degli indici stessi.-

V. — Terza serie di determinazioni.

Per l'esecuzione della terza serie di determinazioni è stata costruita l'apparecchiatura di cui alle figg. 5 e 6 costituita da un dinamometro fissato in un telaio. Il dinamometro indica la forza di trazione Q esercitata da una chiavarda mentre viene girato il dado di questa mediante la chiave dinamometrica.

Il seguente diagramma indica i risultati medi di due prove eseguite su una chiavarda.

Questa terza serie di determinazioni è stata eseguita su numerose chiavarde C. 62 e C. 45.

VI. — Discussione dei risultati e conclusioni pratiche.

1) La prima serie di determinazioni ha dimostrato che per allentare le normali chiavarde in opera su binari di corsa occorre in media un momento $M^a m \simeq 29$ Kgm.

II° PROVINO

Diagramma delle tensioni medie

La differenza percentuale media fra i momenti di allentamento e quelli di stringimento è risultata di circa il 33 % Si deduce pertanto che le chiavarde vengono normalmente strette con un momento medio $M'm = 1,33 \times 29 \cong 38$ Kgm.

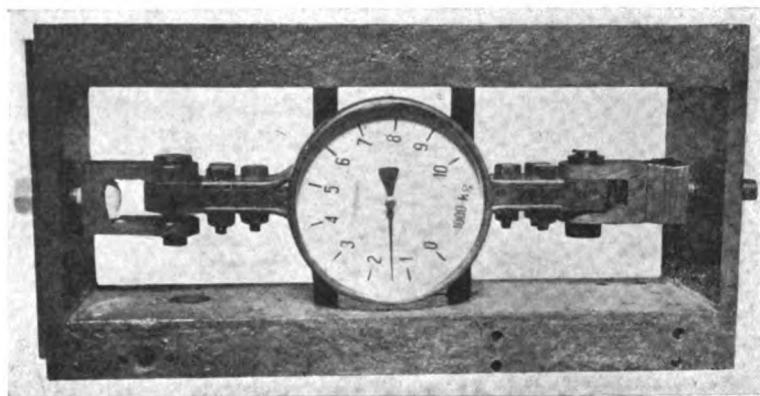



FIG. 5. — Apparecchiatura per la misura degli sforzi di trazione sollecitanti le chiavarde.

Durante le prove è risultato che la grandezza dei momenti applicati varia, come è naturale, dall'uno all'altro degli uomini utilizzati per tale lavoro. Cionostante i ri-

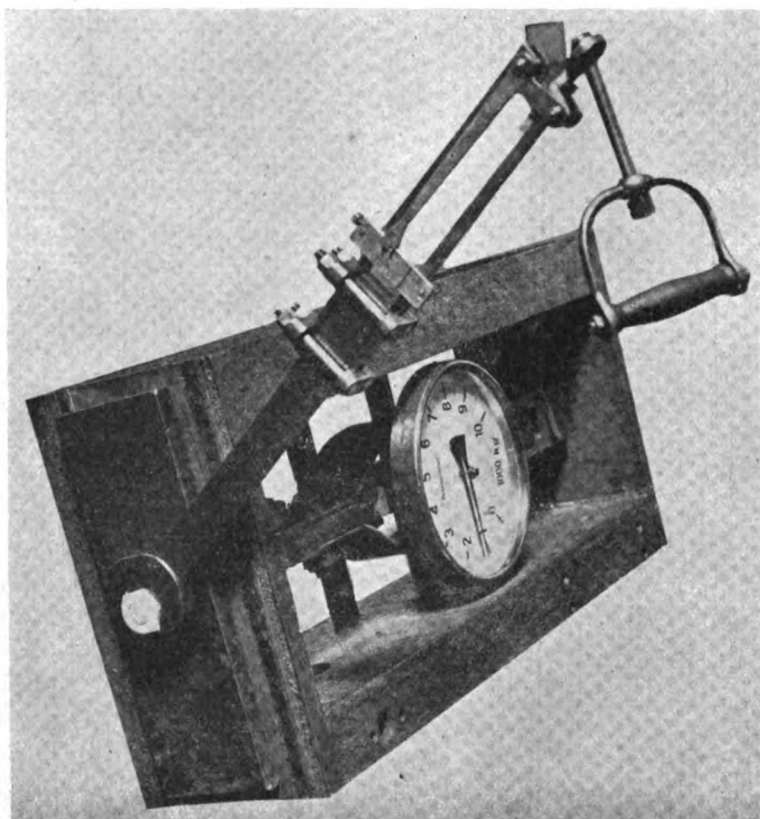



FIG. 6.

sultati delle prove sono abbastanza uniformi e si possono pertanto considerare attendibili i valori medi sopra indicati.

2) La seconda serie di determinazioni ha dimostrato che la resistenza $\frac{R}{2}$ che gli organi di una giunzione oppongono ai movimenti longitudinali delle estremità delle rotaie è molto variabile, a parità di stringimento delle chiavarde, a seconda delle condizioni dei piani di steccatura, e dell'assestamento della giunzione. Le prove hanno dimostrato che, finchè le chiavarde sono poco strette, il movimento delle rotaie avviene in modo continuo, manifestandosi una vera e propria resistenza di attrito cinetico, mentre invece quando le chiavarde sono molto strette, i piani di steccatura sono poco lubrificati e la giunzione è bene assestata, il movimento avviene a scatti, verificandosi una specie in ingranamento dei pezzi; gli scatti producono forti rumori, analoghi a quelli che si sentono normalmente sulla linea durante gli aumenti di temperatura.

Sebbene fosse impossibile discernere i movimenti quando questi avvenivano a scatti, tuttavia l'esame dei risultati relativi alle prove in cui il movimento si era verificato in modo continuo ha permesso di stabilire che le due resistenze K e K' entrano a comporre la resistenza $\frac{R}{2}$ nella proporzione rispettiva del 65 e del 35 % circa.

Basandosi su una resistenza media $\frac{R}{2} = 23.000$ Kg. si ha:

$$K = 15.000 \text{ Kg. e } K' = 8000 \text{ Kg.}$$

Sostituendo nella [1] e [2] e tenendo conto che nell'armamento F. S. è $\alpha = 14° 2'$ risulta $\mu = 0,13$ e $\mu' \simeq 0,3$, valori abbastanza concordanti con quelli trovati da altri sperimentatori esteri.

La lubrificazione dei piani di steccatura mediante grafite si è dimostrata efficacissima. Si è trovato inoltre che la sua influenza è ancora rilevante anche dopo molto tempo dall'applicazione, cioè anche quando i piani di steccatura, per il lungo uso, appariscono asciutti e con pochissime tracce della sostanza lubrificante.

Considerando soltanto le prove eseguite a giunzioni assestate e in condizioni analoghe a quelle delle giunzioni in esercizio, ossia quando il momento occorrente per l'allentamento delle chiavarde risulta stabilizzato intorno ai 29 Kgm., si hanno i seguenti risultati:

RIASSUNTO DEI RISULTATI DELLA 2ª SERIE DI DETERMINAZIONI

	Armamento FS. 46³				*Armamento* RA. 36³			
	$\frac{R}{2}$ Min. Tonn.	$\frac{R}{2}$ Max. Tonn.	$\frac{R}{2}$ Media Tonn.	Scorrimento	$\frac{R}{2}$ Min. Tonn.	$\frac{R}{2}$ Max. Tonn.	$\frac{R}{2}$ Media Tonn.	Scorrimento
Piani di steccatura lubrificati.	6.7	11.6		Continuo				
	9.3	18.3	10.5	Continuo	4.-	15.-	9.8	Continuo
	6.6	15.-		Continuo				
Medie....	7.5	14.9						
Piani di steccatura puliti e asciutti	28.3	33.5		A scatti				
	22.8	31.6	26.5	A scatti	16.-	26.8	21.-	A scatti
	21.6	26.6		A scatti	18.3	21.6		A scatti
					17.1	*24.2*		
Medie....	24.2	30.5						
Piani di steccatura ossidati	18.3	30.-		A scatti				
	18.8	40.2	25.4	A scatti	17.4	26.6	21.9	A scatti
	21.6	35.-		Continuo	16.6	28.3		A scatti
					17.-	*27.4*		
Medie....	19.5	35.-						

Risulta dunque che, nell'armamento F. S., la resistenza $\frac{R}{2}$ può raggiungere valori assai elevati. È vero che, in realtà, le vibrazioni indotte nei binari in esercizio dal passaggio dei treni possono far diminuire tale resistenza facilitando lo scorrimento delle rotaie fra le ganasce, ma è evidente che non si può fare affidamento su tale circostanza perchè può avvenire che non ci sia passaggio di treni proprio nei periodi in cui si verificano le più forti tensioni nelle rotaie per effetto delle variazioni termiche. Permane pertanto la possibilità che anche sui binari in esercizio i valori massimi sopra indicati vengano raggiunti e forse sorpassati.

L'entità di tali valori massimi della resistenza $\frac{R}{2}$ e la circostanza già rilevata della grande variabilità della resistenza stessa possono dar luogo a due serie di inconvenienti:

1) Una rotaia può venire a trovarsi con una estremità quasi « inchiodata » fra le ganasce mentre l'altra estremità riesce a smuoversi con relativa facilità. Ciò provoca lo scorrimento di tutta la rotaia verso l'estremità mobile con conseguente perdita di regolarità nella distribuzione delle luci di dilatazione, inoltre, in una giunzione « inchiodata », la luce di dilatazione non viene utilizzata e le due rotaie adiacenti funzionano come un'unica rotaia di lunghezza doppia con conseguente aumento delle tensioni interne a parità di salto di temperatura.

Se poi due o più giunzioni continue risultano « inchiodate » si crea praticamente una rotaia di lunghezza tripla, quadrupla ecc., la quale può venire a trovarsi in condizioni pericolose tanto più che la persistenza delle luci aperte non richiama l'attenzione del personale di sorveglianza.

2) L'entità delle pressioni che si esercitano fra le superfici di steccatura è causa di rapido logorio delle rotaie e delle ganasce con conseguente cattivo comportamento della giunzione.

Gli inconvenienti sopra descritti potrebbero essere ridotti cercando di ottenere che la resistenza $\frac{R}{2}$ oscillasse con minore irregolarità intorno a valori medi non troppo elevati, ossia cercando di evitare la possibilità che si verifichino valori massimi eccessivi.

A parità di stringimento delle chiavarde, ciò può ottenersi:

a) assicurando una buona lubrificazione dei piani di steccatura, e curandone il rinnovamento periodico;

b) aumentando l'inclinazione dei piani di steccatura.

Attualmente tale inclinazione nell'armamento F. S. è di ¼ ed appare troppo piccola: basta un piccolo logorio sui piani di steccatura perchè la ganascia debba spostarsi verso il lembo della rotaia di una lunghezza quattro volte maggiore per riprendere il contatto.

Aumentando l'inclinazione a 1/3, come è attualmente nell'armamento tedesco GEO, si conseguirebbe da una parte minore tendenza all'ingranamento dei pezzi fra loro e dall'altra minore pressione specifica sulle superfici di steccatura e quindi minore consumo, come è confermato dai risultati delle prove eseguite sull'armamento R. A. ove l'inclinazione dei piani di steccatura è ½.

3) La terza serie di determinazioni ha dimostrato che la forza di trazione media che normalmente esercitano le chiavarde in opera si aggira intorno a 6,5 tonn.; consi-

derato che il diametro del nucleo delle chiavarde C. 62 e C. 45 è di 19,78 m/m tale sforzo corrisponde alla tensione unitaria di trazione di circa 21,4 Kg/mm².

Si tratta evidentemente di una sollecitazione molto forte se si tiene conto anche della qualità del metallo di cui son composte normalmente le chiavarde.

Risulta pertanto la necessità, d'accordo con quanto si è detto nel paragrafo precedente, che tale sollecitazione venga in pratica diminuita, per il che, se non si vuole rinforzare le chiavarde, non c'è altro mezzo che chiarire al personale di linea l'opportunità di non stringere troppo i dadi, ed applicare con maggiore rigore le disposizioni che vietano l'uso di chiavi prolungate.

La funivia più alta del mondo.

Il forte e continuo bisogno di materie prime di ogni genere spinge incessantemente alla ricerca di nuovi luoghi di sfruttamento, spesso anche in regioni inospitali.

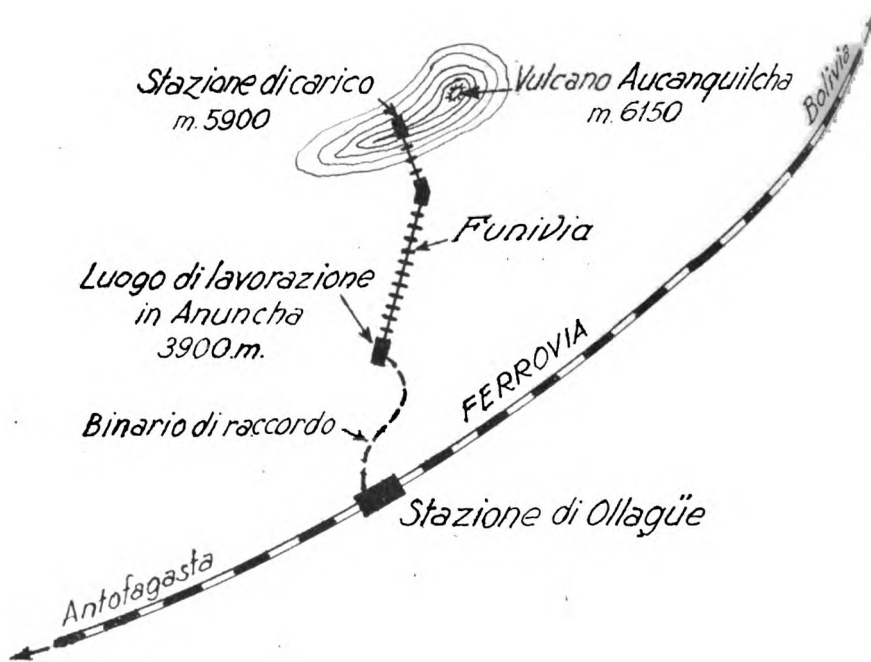
Una delle regioni più inaccessibili e deserte della terra, ma' ove si hanno, com'è noto da secoli, importanti giacimenti di minerali ricchi di metalli preziosi e di materie prime di grande valore, è quella della catena montuosa delle Ande cileni, nell'America del Sud. Regione caratterizzata dalla presenza di due giganteschi vulcani che, dall'altipiano a 2000 metri di altitudine, si elevano a considerevoli altezze — l'Ollagüe a 6.180 e l'Aucanquilcha a 6.150 — e che portano sulle loro pendici immensi giacimenti di zolfo grezzo, formatisi dal processo di precipitazione e condensazione dei vapori di zolfo emanati dai crateri.

Lo zolfo grezzo viene estratto all'altitudine di circa 5.900 metri sull'Aucanquilcha e quindi trasportato, per la lavorazione, allo stabilimento industriale di Anuncha. È questo il primo impianto del genere costruito nel Cile all'altitudine di 3,900 metri, ed è collegato a mezzo di binario di raccordo alla stazione di Ollagüe della linea ferroviaria che da Antofagasta conduce in Bolivia.

L'estrazione del minerale sul posto non richiede grandi mezzi tecnici ausiliari; ma, a causa delle difficili condizioni climatiche che si hanno a quell'altitudine, possono essere adibiti in modo continuativo ai lavori di estrazione soltanto gli indiani originari dell'altipiano.

Se però sono relativamente facili i lavori di estrazione, speciali difficoltà si sono presentate per il trasporto del minerale dal luogo di estrazione a quello di lavorazione, giacchè con la bestia da soma delle Ande — il lama — poteva trasportarsi soltanto una scarsissima quantità, sia a causa del cattivo stato delle lunghissime e ripide vie, sia perchè tale genere di trasporto era possibile solo nella buona stagione e sempre subordinato a buone condizioni atmosferiche.

L'ardua questione dei trasporti è stata risolta con la costruzione, da parte della ditta germanica J. Pohlig A. G. di Colonia-Zollstock, di una funivia della lunghezza di 14 chilometri, con la quale si riesce a trasportare in Anuncha 20 tonnellate di zolfo grezzo all'ora, superando un dislivello di 2000 metri.

La funivia è del sistema a doppio cavo di guida ed unico cavo di trazione continuo, e per la sua costruzione, data la regione difficile ed inospitale e la elevata altitudine, sono occorsi molti studi e prove affinchè l'impianto potesse dare affidamento di un sicuro funzionamento. — L. P.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Il crollo del ponte saldato di Hasselt (*The Engineer*, 17 giugno 1938).

In un precedente numero di questa rivista abbiamo avuto occasione di parlare per la prima volta del crollo del ponte saldato di Hasselt (Belgio).

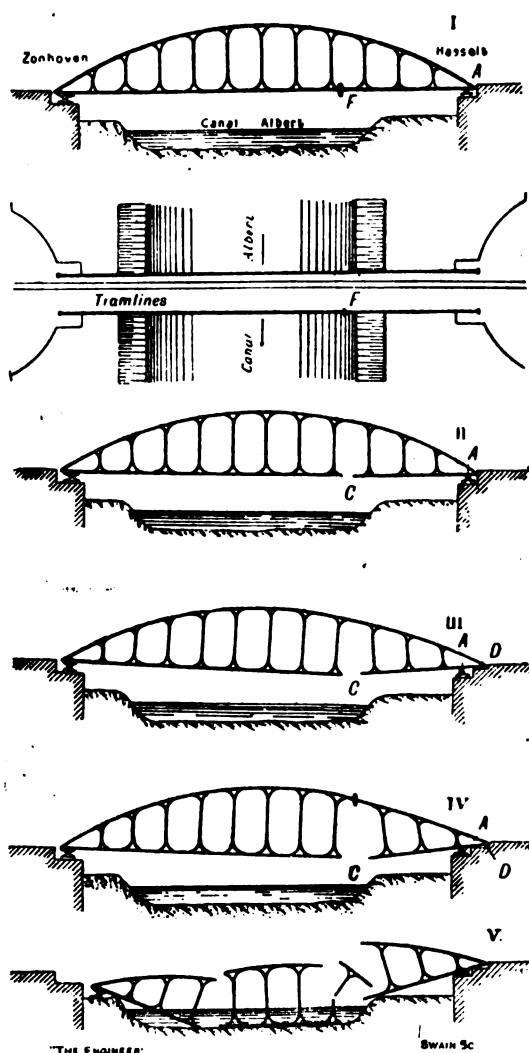
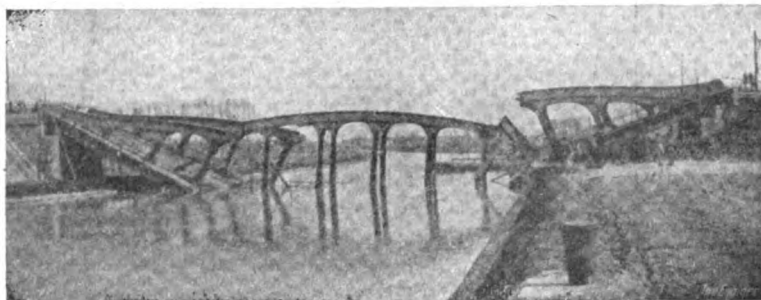
Ivi abbiamo indicato le principali caratteristiche del ponte ed abbiamo riportato le osservazioni di un anonimo ingegnere secondo il quale il disastro deve attribuirsi essenzialmente ad alcuni difetti di dettaglio del disegno del ponte e inoltre alla qualità dell'acciaio e alla esecuzione delle saldature.

Intanto detto crollo continua a suscitare vivaci polemiche ed interessanti discussioni fra i numerorissimi tecnici e specialisti delle saldature che subito dopo l'avvenimento si sono recati sul posto per formarsi una opinione personale sulle probabili cause del disastro, in attesa del verdetto della Commissione ufficiale d'indagine nominata allo scopo.

In primo luogo sono state ricostruite le fasi del crollo (vedi figura).

La prima rottura si è verificata sul corrente inferiore rettilineo di uno dei due travi principali (punto F). A causa di tale rottura il corrente superiore ha funzionato da arco e, spingendo l'appoggio scorrevole *A* si è disteso tagliando con la sua estremità la spalla di calcestruzzo in *D*, e rompendosi a sua volta. Quindi si è rotto anche l'altro trave principale, i due pezzi del ponte sono caduti, e quello maggiore si è ulteriormente suddiviso in due parti. La posizione finale assunta dai rottami è rappresentata dall'ultimo schizzo schematico e dalla fotografia.

Continuando nella rassegna delle opinioni dei più autorevoli tecnici riferiamo ora quella del prof. François del « Centro Belga-Lussemburghese d'informazione sugli acciai ».

Premesso che l'attuale crollo rappresenta il disastro più grave che si sia verificato a memoria

d'uomo su un ponte metallico e che però, ragionando a mente serena, tale disastro, lungi dall'arrestare lo sviluppo delle costruzioni saldate, contribuirà grandemente al loro vero progresso, il prof. François rileva che, negli ultimi 5 anni, sono stati costruiti in Belgio non meno di 52 ponti Vierendel in acciaio Thomas dolce e semi-duro, saldati con elettrodi « Arcos », « Esab » e « Thermac ».

Certo sarebbe stato più prudente attendere che i primi ponti avessero avuto il tempo di rivelare le loro debolezze, ma spesso è impossibile guidare la corsa delle nuove costruzioni.

Nella maggioranza dei ponti Vierendel le membrature sono costituite con travi Grey molto alti. Questi grandi travi hanno dato spesso segni di debolezza, senza dubbio a causa di tensioni interne nell'anima residuate dalla laminazione. Si sa che anime di travi Grey si sono rotte su lunghezze di 1 a 2 m. soltanto per essere state esposte a temperature molto basse o a improvvise abolizioni del carico.

Se le membrature del ponte di Hasselt fossero state composte con travi Grey sarebbero state certo biasimate, ma esse erano costituite da tavole spesse da 45 a 55 mm. saldate ad anime alte circa un metro mediante saldature angolari.

Ora travi saldate con anime di tal genere hanno mostrato di essere tanto più pericolose quanto maggiore è lo spessore delle tavole (caso del ponte Hasselt).

Un progresso è stato realizzato con l'adozione di tavole speciali laminate con una sporgenza longitudinale in modo da permettere l'esecuzione di saldature testa a testa con l'anima e di ridurre le tensioni residue, ma questo procedimento non era stato applicato nel caso in esame.

Numerose rotture improvvise accompagnate da detonazioni si sono verificate anche in altri ponti Vierendel sia sulle saldature che fuori di esse. Nel corso del montaggio si sono talvolta notate deformazioni che furono attribuite ad allarmanti fenomeni di contrazione. Per esempio, dopo aver eseguito l'ultima giunzione di montaggio in un ponte Vierendel saldato, ancora sorretto da due pilastri provvisori intermedi, l'estremità del ponte si sollevò di 3 cm.!

Esistono d'altra parte numerosissime costruzioni saldate pienamente riuscite ma esse appartengono tutte alla categoria delle strutture reticolari a membrature sottili che possono facilmente deformarsi per effetto delle tensioni interne fino all'annullamento delle tensioni stesse.

I ponti Vierendel invece, a causa della loro rigidità, risentono molto di eventuali piccole imperfezioni nel disegno e nella esecuzione. Le tensioni residue li rendono sensibili a influenze esterne anche lievi come la caduta di un corpo, il battimento delle ruote di un treno su una giunzione di rotaia, le variazioni di temperatura, ecc.

Questi ponti dunque, trovandosi in uno stato di contrazione interna, sono esposti a cedimenti improvvisi. Alcuni si sono rotti come se fossero stati di ghisa o di vetro.

Questo è il caso del ponte di Hasselt. Ivi nessuna parte si è incurvata o contorta e le sezioni di rottura erano nette e senza tracce di allungamenti o contrazioni. È chiaro dunque che c'era completa assenza di duttilità nel metallo.

La costruzione dei ponti Vierendel saldati richiede una profonda conoscenza dell'arte della saldatura e una scrupolosa aderenza alle sue regole. Riassumendo le norme dettate dalla più moderna esperienza, il prof. François dà i seguenti consigli:

Anzitutto è necessario usare metalli che possiedano un alto grado di saldabilità. I risultati delle prove eseguite su pezzi di metallo privi di tensioni interne non possono dare la sicurezza che la saldabilità sia sufficiente anche per costruzioni complesse come i ponti Vierendel. Nel ponte di Hasselt l'entità delle tensioni interne ha alterato e ingrossato la grana del metallo rendendolo fragile. Il processo Thomas, mediante semplici e pratiche precauzioni, permette di ottenere acciai perfettamente adatti per le strutture saldate.

Inoltre è opportuno che nella struttura non ci siano più saldature del necessario perchè ogni saldatura esuberante aumenta inutilmente il pericolo derivante dalle tensioni interne non annullate e dall'alterazione della grana del metallo.

È anche indispensabile una accurata preparazione delle parti da congiungere ed è necessario che le sezioni da saldare si corrispondano perfettamente. Qualsiasi trascuratezza nell'aggiustaggio delle parti conduce a saldature difettose che distruggono l'uniformità dell'insieme. Nel caso di saldature ad angolo si dovrebbe evitare l'uso di tavole troppo spesse; però è preferibile usare le tavole speciali con la sporgenza longitudinale che permettono l'esecuzione di saldature testa a testa.

È necessario inoltre disegnare lo schema generale delle saldature e gli schemi particolari delle singole giunzioni, studiare tutti i dettagli e descrivere anche le operazioni per definire in sede di progetto l'ordine di successione delle saldature di ciascun elemento di una unione e l'ordine di successione delle varie unioni. Tale ordine dovrebbe compensare più o meno le tensioni dovute alla contrazione e dare per quanto possibile alle tensioni residue segni contrari a quelli delle tensioni dovute ai carichi applicati. Finalmente le tensioni residue non neutralizzabili dovrebbero essere calcolate per tenerne conto nella dimensionatura.

Infine sarebbe opportuno riscaldare i gruppi di membrature più perturbatori dell'equilibrio interno prima di incorporarli nell'intera struttura.

Al riassunto delle opinioni del prof. François, « The Engineer » fa seguire una nota di redazione nella quale, continuando la discussione sul crollo del ponte di Hasselt, insiste sul fatto che, secondo l'opinione di molti tecnici, esso fu dovuto a cattiva esecuzione delle saldature di montaggio. Secondo il sig. Gerbeaux, capo del Laboratorio di Ricerche dell'« Istituto Francese per la saldatura », alcune delle saldature eseguite durante il sollevamento del ponte mostrano segni di cattiva esecuzione e corrosioni che accusano l'esistenza di lesioni precedenti alla rottura. Le fratture, prive di segni di deformazioni, mettono però in evidenza l'inopportuna qualità del metallo, e questo fattore può essere giudicato come il maggior responsabile di tal genere di lesioni.

Gli ingegneri connazionali e stranieri, continua la nota, non potranno non concordare con le opinioni dei signori François e Gerbeaux.

È ormai certo che il crollo del ponte di Hasselt deve essere attribuito alla mancata applicazione delle regole che governano la scelta del metallo e l'esecuzione delle buone saldature.

Il verificarsi di simili deficienze non era sfuggito all'attenzione degli specialisti, tant'è vero che lo stesso sig. Gerbeaux, alcuni mesi prima del disastro, aveva pubblicato una critica di alcuni difetti delle saldature che ora risultano in stretta relazione col crollo del ponte di Hasselt, e similmente l'ingegnere belga Morressée aveva pubblicato l'anno scorso un articolo nel quale insisteva sui pericoli derivanti dalle tensioni interne nelle strutture saldate, che spesso sembrano essere in uno stato di « resistenza critica ».

Questo ingegnere si associa ora col prof. François nella raccomandazione di adottare il trattamento termico per quelle unioni che possono sembrare pericolose.

Il crollo del ponte di Hasselt è una dura lezione che dimostra quanto erano giustificate le raccomandazioni di prudenza degli specialisti delle saldature.

Profittando della lezione gli ingegneri non dimenticheranno più alcune delle regole raccomandate, e le regole stesse verranno codificate con la collaborazione dei più eminenti specialisti. — G. Robert.

(B. S.) Muri di cemento armato per sostegno delle terre e confronto economico con quelli di pietrame (*Annali LL. PP.*, giugno 1938).

Fin dal primo apparire del cemento armato, che ha reso possibile l'attuazione di opere giudicate irrealizzabili alla stregua dei sistemi costruttivi ordinari, si è cercato, da parte dei tecnici e dei pratici, di estenderne quanto più possibile l'applicazione ai tipi più svariati di costruzioni.

Dopo le prime prove brillantissime nei solai, vennero quelle nelle ossature a gabbia complete per fabbricati civili; quelle nelle grandi strutture a carattere quasi esclusivamente indu-

striale; nei ponti, nei serbatoi ecc. rivelando sempre altissime doti di resistenza, di adattabilità e di costo limitato. Un'applicazione alla quale il cemento armato ha mostrato di non potersi bene adattare è quella relativa alle dighe e ai muri di sostegno delle terre, eccetto casi speciali di cui si dirà in seguito. Questo fatto, già avvertito in realtà più dai costruttori che dagli ingegneri, è sempre stato constatato caso per caso, lasciando naturalmente il dubbio che quelli esaminati fossero altrettanti casi particolarmente sfavorevoli.

Una indagine affatto generale ed obbiettiva ci viene offerta dal prof. ing. B. Bolis nella memoria qui rapidamente riassunta.

I muri di sostegno in cemento armato si possono tutti ricondurre a due forme fondamentali: muri a mensola incastrata in basso in un'ampia base in aggetto o no rispetto al paramento esterno del muro; muri con contrafforti costituiti da una soletta verticale, semplice o con nervature, vincolata ad una serie di mensole trasversali incastrate nella solita larga base. Col primo tipo si possono raggiungere altezze massime di 4.00 m., mentre col secondo si può arrivare anche ai 12-14 m., senza eccedere negli spessori delle strutture.

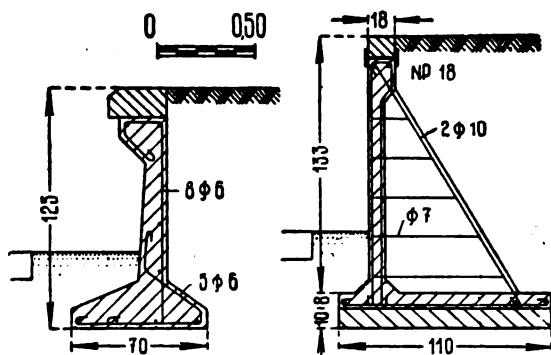



FIG. 1. — Esempi di piccoli muri trasportabili.

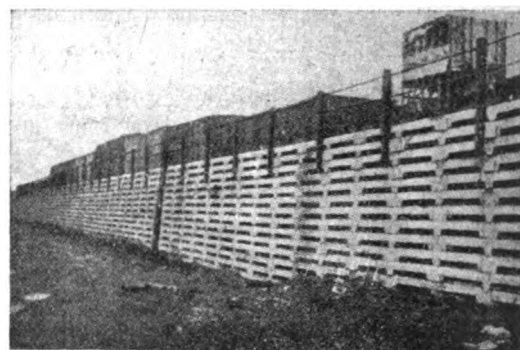



FIG. 2-a. — Muro a gabbia presso Detroit.

Le quali riescono in generale molto leggere, e potendo aumentare a volontà la larghezza della base di appoggio si può ridurre ad un limite bassissimo la sollecitazione unitaria sul terreno il che rende le strutture stesse particolarmente adatte ad essere impiegate in terreni poco resistenti come si verifica spesso in occasione di opere marittime. Meritano un cenno i muri in cemento armato ad elementi scomponibili adatti per opere di limitata altezza, come piani caricatori ferroviari (fig. 1) e i muri « *a gabbia* » assai in uso negli S. U. d'America, costituiti da elementi frontali in cemento armato costituenti il paramento del muro e da elementi normali ai primi, detti tiranti, che hanno lo scopo di costringere una parte del terrapieno alle spalle del muro a far quasi corpo col muro stesso e quindi collaborare alla sua stabilità (fig. 2-3).

Il calcolo della spinta che sollecita il paramento interno di un muro in cemento armato, deve essere condotto con la maggiore esattezza possibile essendo il peso proprio del muro in generale trascurabile. Le teorie principali sulla spinta delle terre sono tre: quella del Coulomb-Poncelet, quella del Rankine e quella del Boussinesq-Résal. I risultati che si ottengono con l'applicazione di ciascuna di esse sono diversi sia nel valore della spinta che in quello dell'angolo che la stessa forma con la normale al paramento interno del muro. Per quanto concerne il valore della spinta, lo scarto tra i risultati delle varie teorie non segue leggi precise, però rispetto alla media dei risultati è sempre contenuto fra un 10 e un 20 per cento. Nel caso in cui la superficie libera del terreno sia orizzontale, il valore massimo della spinta è fornito dalla teoria di Rankine ed il minimo da quella di Résal. Il più forte divario tra le varie teorie si ha nel valore dell'angolo θ che la linea d'azione della spinta forma col paramento del muro. La teoria del Coulomb dà per tale angolo il valore φ, cioè uguale all'angolo di attrito fra terra e

muro; quella di Rankine dà $\theta = \varepsilon$, cioè uguale all'inclinazione della superficie libera del terreno; quella del Résal dà $\theta = \varphi_1$ cioè uguale all'angolo di attrito del terreno, quando il terreno sia superiormente orizzontale, mentre per terreno inclinato la stessa teoria dà per θ un valore in funzione di ε e di φ.

Tutti i valori di θ così determinati sono suscettibili di critica in quanto tutte le teorie prendono in considerazione, per la sua determinazione, solo una parte delle variabili che interes-

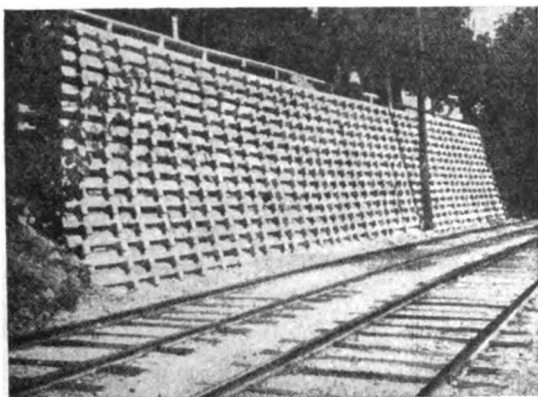



FIG. 2-b. — Altro tipo di muro a gabbia.

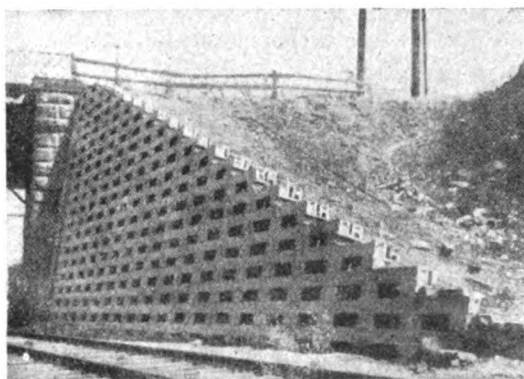



FIG. 2-c. — Muro a gabbia usato come muro d'ala nei pressi di Cleveland.

sano il problema. Se si tiene conto delle esperienze eseguite dal Müller-Breslau e dal Möller, l'angolo θ dovrebbe variare da zero a $0{,}66\varphi$ a seconda della scabrosità del paramento del muro verso terra e della presenza o no di vibrazioni nel corpo del terrapieno. Come si vede, il valore di θ è tuttora assai incerto. Tutte le teorie sono concordi nell'ammettere la distribuzione triangolare delle pressioni e quindi nel ritenere che il punto di applicazione della spinta cada ad un terzo dell'altezza a partire dalla base del muro. Però da recenti esperienze del Terzaghi in America, non parrebbe più accettabile la distribuzione triangolare delle pressioni, bensì una distribuzione pseudo-parabolica che condurrebbe a ritenere la spinta applicata a $0{,}40 \div 0{,}46$ h dalla base.

FIG. 3. — Schema per la determinazione della lunghezza dei tiranti di un muro a gabbia.

Resta in sostanza difficile poter dare la preferenza ad una qualunque delle tre teorie esposte, perchè tutte presentano punti deboli e discutibili. Però conviene eseguire i calcoli servendosi di tutte le teorie a disposizione e poi assumere come risultato definitivo la media dei valori trovati.

Rimane poi da stabilire in base ai valori calcolati della spinta, dell'angolo θ, e della massima sollecitazione ammissibile per il suolo di fondazione, la larghezza della base di appoggio del muro e la sua sporgenza in aggetto rispetto al paramento a valle, il che si può fare in base a considerazioni tecniche ed economiche. Si passerà poi a determinare le dimensioni degli altri elementi costruttivi coi noti procedimenti per il calcolo delle strutture inflesse in cemento armato.

Il dimensionamento dei muri in pietrame o in calcestruzzo viene condotto, in genere, o servendosi di tabelle compilate in base all'esperienza costruttiva, oppure basandosi sul concetto che

la muratura deve presentare un determinato grado di resistenza alla compressione e di stabilità al ribaltamento. Si hanno così le tabelle delle F. S., le formule dell'ing. Maus e quelle dell'ingegner Lo Cigno. Le tabelle delle F. S. forniscono gli spessori più abbondanti, mentre le formule dell'ing. Lo Cigno, dànno quelli più esili. Adottando in luogo della muratura ordinaria il calcestruzzo di cemento si può ottenere una sensibile riduzione di spessore, però in genere si rende necessaria una platea di fondazione.

Il confronto economico si può istituire tra i muri in cemento armato, in cemento semiarmato, in calcestruzzo semplice ed in muratura di pietrame, ed affinchè i risultati siano espressivi le strutture esaminate devono presentare tutte lo stesso grado di sicurezza, le stesse esigenze di manutenzione e la stessa durata. Tenendo conto di quanto detto sopra, dei costi medi dei materiali in Lombardia, si giunge al risultato che i muri in cemento armato sono convenienti rispetto a quelli in muratura di pietrame, quando il rapporto tra le cubature è minore di 1/4 e che lo sono anche rispetto a quelli in calcestruzzo quando detto rapporto è minore di 1/3; condidizioni che in pratica ben difficilmente si verificano.

In determinate circostanze possono essere convenienti i muri in calcestruzzo semiarmato, che si ha quando si assum a base dei calcoli una σ_c molto bassa e quindi si riduca fortemente la percentuale di armatura metallica.

Si può quindi concludere che in ordine crescente di convenienza vengono prima i muri di cemento armato, poi quelli di cemento semiarmato, di calcestruzzo e di pietrame, e che in condizioni particolari di terreni a scarsa resistenza i muri di cemento armato rappresentano, oltre che la soluzione più conveniente, anche la sola possibile senza ricorrere a speciali opere di consolidamento del terreno di fondazione. — L. LA MAGNA.

(B. S.) Per un'intensa utilizzazione delle locomotive (*Railway Age*, 16 aprile 1938).

Un nuovo studio apparso sulla stampa tecnica americana si sofferma sul notevole aumento che subisce la spesa annua per le riparazioni di una locomotiva con il crescere dell'età. Studio che però assurge a considerarazioni economiche di portata più vasta e che quindi sembra opportuno segnalare con qualche ampiezza ad integrazione di due note recenti (1) che la nostra rivista ha dedicato all'argomento, ispirandosi pure ad indagini condotte di là dall'Atlantico.

Si calcola che un terzo all'incirca delle spese di esercizio di una ferrovia occorre per le sole locomotive. Donde l'importanza di un'esame economico completo delle spese occasionate dai mezzi di trazione, fra cui meritano un esame preliminare quelle richieste dalla loro riparazione, che l'A. studia anche lui in relazione all'età media della macchina.

Egli si fonda sui dati raccolti per oltre 14.000 locomotive corrispondenti a 26.000 loc.-anno su 20 diverse reti degli Stati Uniti.

L'elemento da lui preso in considerazione è il costo in dollari per 10.000 cavalli-miglia. Egli può precisare che il costo della manutenzione per miglio è, al terzo anno, circa il doppo del valore nel primo anno di servizio, al 14° il triploe al 27° anno il quadruplo sempre del valore al primo anno.

Da questo principio dell'*aumento delle spese di manutenzione con l'età*, l'A. ne deduce subito un altro: quello della *vita economica della locomotiva*, che definisce come l'età alla quale il costo di riparazione comincia a superare l'onere annuo medio per ammortamento.

Due sole spese vengono ritenute variabili: una che tende a diminuire, l'altra ad aumentare. La prima è la quota di ammortamento, corrispondente al capitale originariamente investito nell'acquisto della macchina. La seconda è la spesa di riparazione.

Crescendo l'età della locomotiva, diminuisce l'ammortamento, ma cresce l'onere della riparazione per miglio percorso. Tracciando le curve che indicano l'andamento di questi due fondamentali titoli

(1) Vedi questo periodico, dicembre 1934 e giugno 1938.

di spesa in funzione dell'età, il loro punto di intersezione segna il termine della vita economica della macchina

La figura 1 mostra l'andamento della spesa totale media d'esercizio per anno di un gruppo di 3 locomotive adibite al servizio viaggiatori su una rete americana dell'ovest.

La vita economica risulterebbe di soli 15 anni.

In base a queste considerazioni viene formulato un terzo principio: quello della convenienza di adottare un *turno di sostituzione del materiale motore* per mantenere a valore costante l'età media del relativo parco.

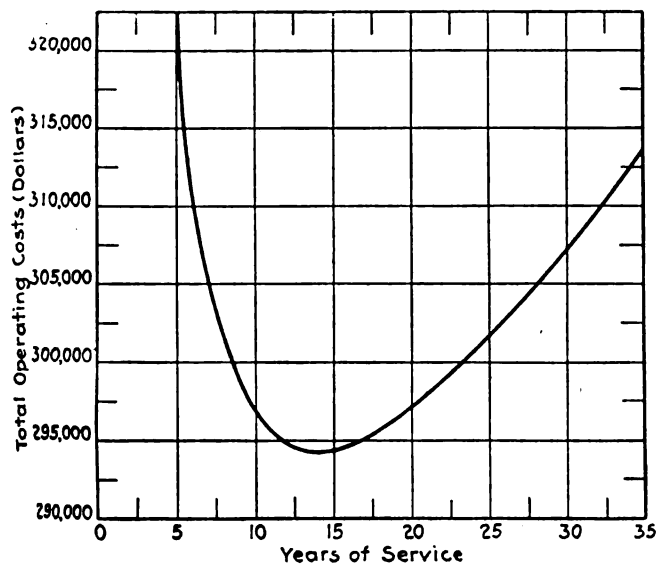



Fig. 1.

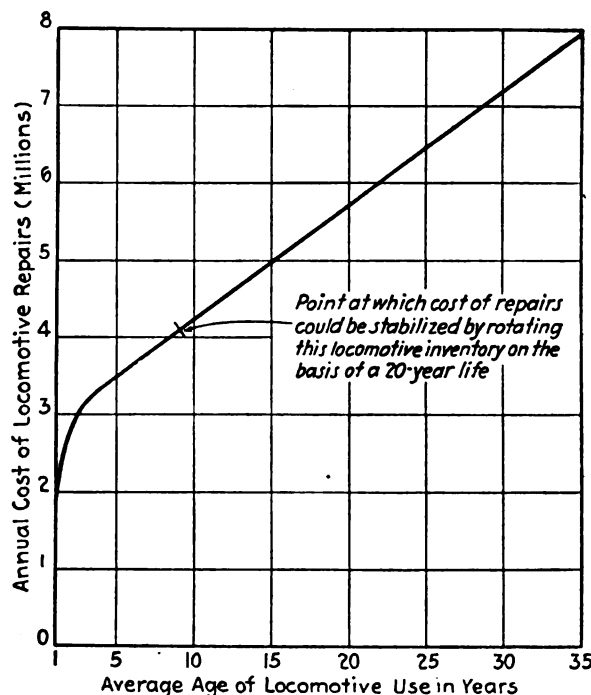



Fig. 2.

Interessante riesce l'esempio teorico cui si riferisce la fig. 2: un parco di unità costantemente in servizio per 35 anni, che compie l'identico lavoro in ciascun anno. Nel primo la spesa di riparazione sarebbe di circa dollari 1.600.000; ma nel 35° anno arriverebbe a 8.000.000.

Sulla curva è indicato il punto nel quale la spesa di riparazione potrebbe essere stabilizzata, ritirando dal servizio le locomotive di circa 20 anni e sostituendole con altrettante unità nuove. L'età media del parco risulterebbe di circa 10 anni e la spesa annua per riparazione di circa dollari 4.200.000.

Questi principii vengono fissati in linea generale e teorica, prescindendo dalle differenze che in pratica fatalmente si verificano tra vecchio e nuovo materiale.

Dopo averli formulati, l'A. illustra il concetto che convenga economizzare negli investimenti, mantenendo alta l'intensità con cui sono usati locomotive, veicoli, officine, impianti di linea e di deposito. Quest'*alta intensità di utilizzazione* significa più alte velocità di corsa, elevate percorrenze, soste più brevi in rimessa ed in officine ed un forte aumento per loc.-Km., treni-Km. e veicoli-Km.

Questi progressi sono intimamente legati ai tipi moderni di materiale motore, muniti di tutti i desiderabili perfezionamenti. Si tratta in verità di tipi così diversi da quelli preesistenti che un confronto fra i prezzi rispettivi costituirebbe un non senso. Non è possibile nemmeno un'esatta previsione di tutte le economie ricavabili dall'aumento della percorrenza in una misura notevole, anche maggiore di 1 : 5; ma si può essere sicuri che ne conseguono notevoli economie dirette di esercizio ed importanti riduzioni negli investimenti di capitale necessari, a pari traffico smaltito.

(B. S.) Impiego di tubi luminescenti come complemento dei segnali in galleria (*Revue Générale des chemins de fer,* 1° dicembre 1938).

Recentemente, in seguito all'adozione del nuovo segnalamento sulle ferrovie francesi, si è dovuto risolvere un difficile problema di visibilità dei segnali all'ingresso, nei due sensi, della stazione di Rouen. Si sono dovuti, infatti, raggruppare i segnali quadrati di ingresso e i nuovi segnali di avviso di rallentamento su pannelli luminosi disposti a breve distanza dai primi aghi della stazione; ora questi aghi, sui quali si effettuano frequenti manovre, si trovano sotto lunghe gallerie, che racchiudono la stazione a una cinquantina di metri dalle loro testate.

L'articolo dimostra che, data la presenza continua di denso fumo nelle dette gallerie (la linea non è elettrificata), la visibilità dei segnali luminosi era ridotta a distanze assolutamente irrisorie, e che era praticamente inutile aumentare, anche notevolmente, la potenza luminosa dei segnali stessi.

Interessando però assicurare una visibilità a ragionevole distanza dei segnali, si è escogitato un sistema che, già nei primi sei mesi di esperimento, si è dimostrato perfettamente rispondente allo scopo, tanto che l'amministrazione ferroviaria si propone di estenderlo a vari casi simili.

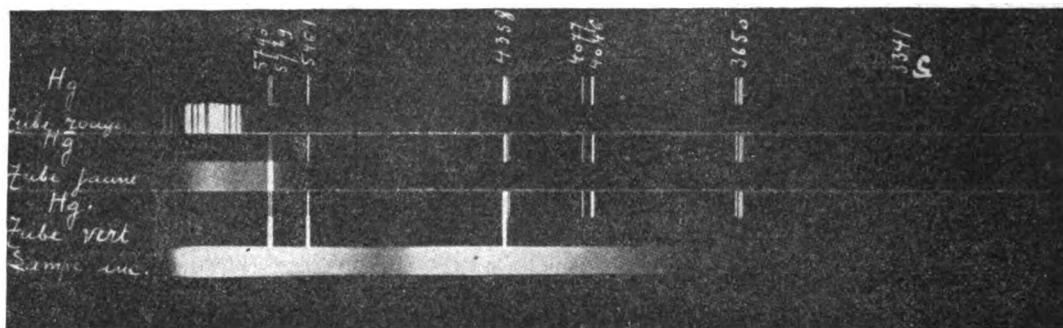



FIG. 1. — Confronto tra gli spettri luminosi dei tubi luminescenti, di un tubo al vapore di mercurio e di una lampada incolore.

La soluzione adottata consiste nell'aggiunta al pannello-segnale, che comporta fuochi di colore verdi, gialli e rossi, tre tubi luminescenti dei detti colori, della lunghezza di 5 m. e che sono illuminati in accordo con l'indicazione del pannello. Ognuno dei tubi, quando è illuminato, produce una irradiazione della nebbia circostante, che è percettibile almeno a qualche metro dalla sua origine; perciò il macchinista, anche nelle circostanze più sfavorevoli, percepisce una macchia colorata della lunghezza di una decina di metri.

Anche alle massime velocità, la durata corrispondente per un macchinista che sta osservando il segnale, è sufficiente perchè la percezione del colore sia netta. Invece, senza i prolungamenti luminosi costituiti dal fumo illuminato dal tubo luminescente, la durata potrebbe essere 3 o 4 volte inferiore.

Allo scopo di escludere che, col variare delle dimensioni dei corpuscoli di fumo attraversati dalla luce e che causano fenomeni di assorbimento di luce e modificano più o meno la ripartizione spettrale di una luce non monocromatica, si creassero confusioni, si è cercato di fare emettere dai tubi luci il più possibile monocromatiche. Così il colore rosso è stato ottenuto mediante un tubo al neon, il cui vetro tuttavia filtra le radiazioni arancio. Per il giallo, si è adottato un tubo contenente un miscuglio di argon e di neon; le radiazioni rosse sono filtrate dall'involucro. La radiazione trasmessa ha lunghezze d'onda assai vicine a 5780 angström, cioè si tratta non di giallo arancio, ma giallo. L'impressione che se ne riceve è un po' differente da quella dei fuochi di colore gialli ordinari; ma non è suscettibile di alterazione nè si presta a confusioni. Per il verde, si è impiegato un tubo di vetro di uranio illuminato con vapori di mercurio e con argon.

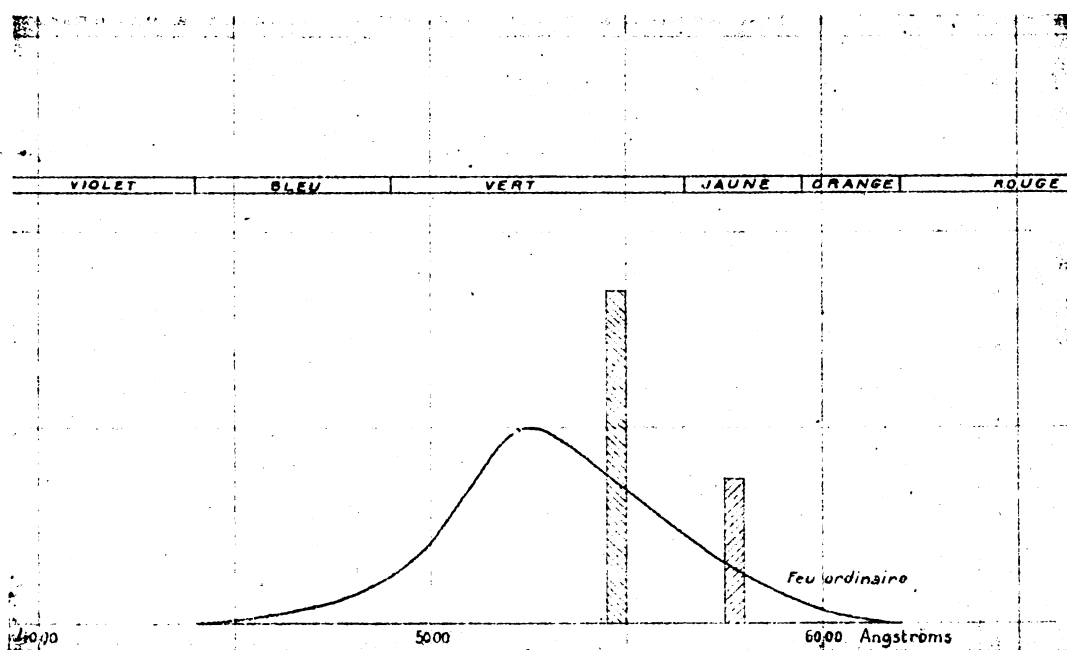



Fig. 2. — Diagramma comparativo dell'impressione sull'occhio di un tubo luminescente e di un ordinario fuoco di colore verde.

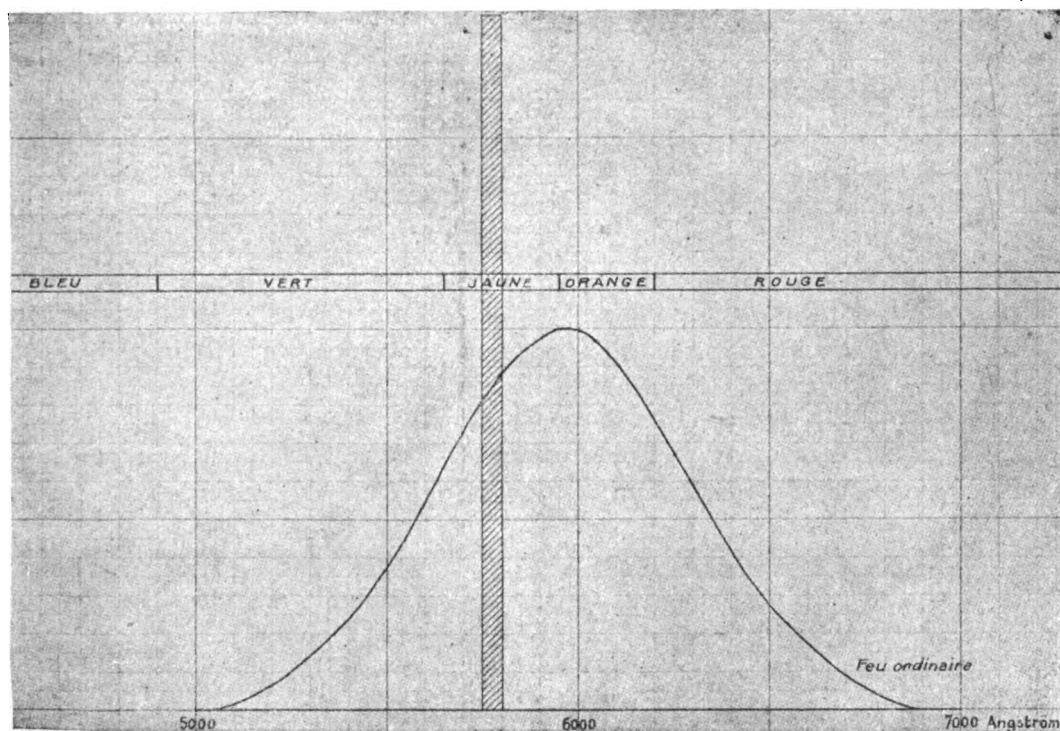



Fig. 3. — Diagramma comparativo dell'impressione sull'occhio di un tubo luminescente e di un ordinario fuoco di colore giallo.

La luce emessa è concentrata sopratutto sulla lunghezza d'onda 5480, con un po' di luce gialla, di lunghezza d'onda 5780. La luce è più nettamente verde, con tendenza al giallo, di quella dei fuochi verdi ordinari.

Nella fig. 1 sono stati riprodotti gli spettri dei tre tubi luminescenti confrontati con gli spettri emessi da una lampada incolore (linea inferiore) e allo spettro delle lampade a vapori

di mercurio (riprodotto sotto ogni spettro dei tubi). Si osserva che le fotografie indicano solo qualitativamente le radiazioni emesse, e non permettono di apprezzare la loro intensità relativa. Però l'articolo riporta anche, per ciascun colore, le curve delle intensità delle radiazioni emesse da un sistema ottico solito: le intensità sono moltiplicate per il coefficiente che corrisponde all'impressionabilità della retina. Nello stesso diagramma sono state poi indicate (con linee tratteggiate) le diverse bande emesse dal tubo luminescente scelto per il colore preso in considerazione. Anche in questo caso si è moltiplicato per il solito coefficiente. (Vedi figg. 2, 3, 4). Nel

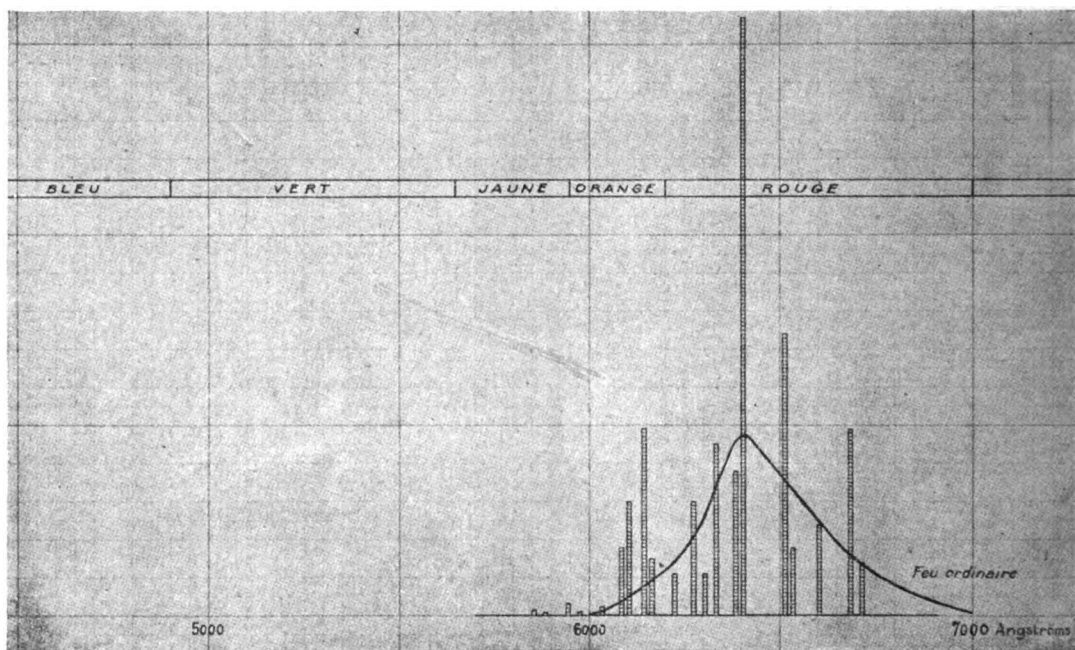



FIG. 4. — Diagramma comparativo dell'impressione sull'occhio di un tubo luminescente e di un ordinario fuoco di colore rosso.

caso del rosso si vede che i tubi luminescenti agiscono sull'occhio con lunghezze d'onda verso i 6400 angström, cioè praticamente identiche a quelle emesse dalle luci solitamente adottate.

Circa la realizzazione pratica dell'impianto, accenneremo che i pannelli segnali di ingresso sono situati a filo della volta della galleria. Avanti a quelli si trovano i « mirliton » luminosi destinati a materializzare l'avvicinarsi di ciascun pannello e disposti uno a 250 m. e uno a 150 m. da questo. Ogni banda bianca costituente il « mirliton » è ottenuta mediante un diedro di vetro opaco illuminato interiormente. I tubi luminescenti sono situati a 15 m. circa a monte del pannello. Ognuno di essi è composto di due elementi della lunghezza di 5 m. situati orizzontalmente in prolungamento uno dell'altro e alimentato da un trasformatore 115/3000 volt, 50 periodi, situato in una nicchia della galleria. I tre tubi sono sovrapposti nello stesso modo dei fuochi principali del pannello e rappresentano le indicazioni tanto del semaforo o del segnale quadrato, quanto dell'avviso o del segnale di rallentamento, come pure del segnale di via libera.

Si aggiunge che l'utilizzazione dei tubi luminescenti può essere estesa al caso in cui il segnale di via impedita si trovi non già all'interno, ma all'esterno della galleria, a piccola distanza dall'uscita. Infatti le difficoltà accusate dai macchinisti, quantunque minori, sono tuttavia del medesimo ordine di importanza, giacchè da una parte essi apprezzano male il punto dove devono effettuare la fermata, dall'altra parte il fumo spinto fuori dalla galleria dal treno stesso rende talvolta l'osservazione del segnale quasi altrettanto difficile che all'interno della galleria. — F. BAGNOLI.

(B. S.) La tecnica della misura delle oscillazioni nei ponti ferroviari (*Schweizerische Bauzeitung*, 26 febbraio 1938).

In seguito a nuove accurate ricerche, si è potuto concludere che, coi sistemi di calcolo finora in uso, si commettono notevoli errori di valutazione dell'effetto dinamico dei carichi mobili. Una notevole importanza ha, tra l'altro, l'effetto delle ruote motrici. Le onde di oscillazione hanno, per i singoli nodi del ponte, un andamento « affine », cioè il ponte oscilla come un tutto, e, almeno per semplici forme di travi, in una semionda. Gli incurvamenti statici δ_{ik} (δ_{ik} rappresenta l'abbassamento del nodo i, provocato dal carico 1 nel nodo k) e la frequenza propria dell'intero ponte richiedono il coefficiente φ. Il numero di oscillazioni che in ciascun momento si ha in un ponte dipende strettamente dal mutamento della frequenza propria, provocato dal carico che si ha in quel momento; pertanto tale numero di oscillazioni varia continuamente durante la marcia di un treno; perciò è impossibile che il ponte dondoli fino a giungere allo stato di inerzia. Il coefficiente φ è uguale per tutte le parti della trave principale; esso è uguale alla radice quadrata del rapporto dei massimi valori del lavoro, che il treno in marcia alla velocità critica, e rispettivamente il treno fermo nella più sfavorevole distribuzione dei carichi possono provocare nella trave. Del tutto indipendenti da quanto sopra si è detto, si hanno poi tensioni aggiuntive provocate dall'oscillazione delle singole aste perpendicolarmente al loro asse. Esse devono essere trattate separatamente dal coefficiente φ; sono indipendenti dalla massa e dal grado di snellezza delle singole aste, e vengono prese in considerazione mediante uno speciale coefficiente μ. Coefficienti di urto φ considerati per un'aggiunta al carico statico, non corrisponderebbero alla realtà; i coefficienti φ che si pongono in loro vece, oltre che un altro significato, hanno valori notevolmente inferiori, anche tenuto conto dell'altro fattore μ che entra in giuoco. Le sole misure di tensione non danno una chiara immagine delle sollecitazioni dinamiche dei ponti; precipuamente, esse sono inutilizzabili allo scopo del calcolo. A tale scopo sono preferibili misure di deformazione. — F. Bagnoli.

(B. S.) Il Congresso mondiale della documentazione universale (*Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, 1937, fasc. 13; *Engineering*, 10 ottobre 1937).

Il congresso mondiale della documentazione universale, tenuto nell'agosto 1937 a Parigi, ebbe 350 adesioni collettive o private, provenienti da 45 paesi. Vi erano rappresentati i governi di 30 Stati e 40 organizzazioni internazionali. Furono presentate e discusse 91 relazioni, che riguardavano la produzione dei documenti, il loro raggruppamento, la rete mondiale della documentazione.

Le questioni che hanno dato luogo alle più importanti discussioni sono state quelle dei sistemi di classificazione e quelle dei collegamenti dei diversi organismi che si occupano della documentazione, collegamenti indispensabili allo scopo di confrontare le idee e i metodi, di coordinare gli sforzi, di scambiare i lavori e di stabilire una stretta collaborazione.

Il congresso era il primo mondiale; esso decise di mantenere in funzione il suo comitato internazionale il quale, in conformità alle decisioni del congresso, avrà l'incarico di curare, fino a che non entrerà in funzione una federazione degli organismi adibiti alla documentazione, l'esecuzione delle decisioni votate dal congresso.

Nell'articolo dell'Engineering vengono illustrati i compiti, veramente ardui, di fronte a cui si trovava il congresso, e le questioni che ancora restano da risolvere. I campi di attività scientifica crescono continuamente di numero e di importanza; essi, inoltre, in molti casi si compenetrano, sicchè il lavoro di bibliografia diviene sempre più difficile. I difetti che si notano nelle attuali bibliografie sono principalmente:

1) che sono incomplete;

2) che sono dirette a dare buone informazioni del progresso corrente sugli argomenti a cui si riferiscono, ma non sono rubricate in modo da facilitare la ricerca di tutte le informazioni relative a un determinato soggetto minore, indipendentemente dai dati della pubblicazione;

3) che contengono informazioni utili agli studiosi di altre questioni, ma che non glie ne facilitano la compulsazione.

Naturalmente, un grande progresso è stato fatto con l'internazionalizzazione della classificazione, mediante il sistema « universale decimale »; oggi su 280.000 pubblicazioni recensite, 120.000 vengono classificate con tale sistema. Però l'adozione di un sistema uniforme di classificazione non basta a coordinare e rendere completa, ai fini delle ricerche, la bibliografia della letteratura tecnica e scientifica; occorre — a parere dell'autore — giungere alla formazione di cartelle riunite per argomenti; ogni articolo recensito, naturalmente, potrà dar luogo a cartelle per vari argomenti.

Tra le raccomandazioni fatte dal congresso, vi sono anche quelle riguardanti i legali depositari dei libri stampati, la normalizzazione della forma dei cataloghi da includere nei cataloghi nazionali, la pubblicazione di cartelle di catalogo stampate da parte delle biblioteche nazionali, la fornitura di copie in carta extrasottile di libri, riviste e opuscoli.

La riunione del congresso ha avuto luogo in Oxford, nella terza settimana dello scorso settembre. — F. Bagnoli.

(B. S.) Posizione e forma delle finestre in rapporto all' illuminazione dei locali (*Schweizerische Bauzeitung*, 21 maggio 1938).

L'articolo porta un contributo notevole alla dibattuta questione della forma e della dislocazione più opportuna da dare alle finestre in rapporto all'illuminazione che si vuole ottenere nei locali, e specialmente alla ripartizione di detta illuminazione nei vari punti del « piano di riferimento » situato all'altezza di m. 0,80 dal pavimento.

Per quanto riguarda la *forma delle finestre*, essa ha importanza soprattutto per quanto riguarda il rapporto tra la superficie dei vetri e quella totale: tale rapporto può scendere fino

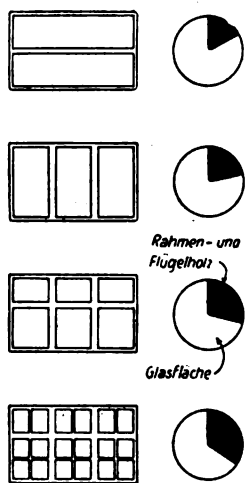



Fig. 1. — Rapporto delle superfici luminose e oscure per differenti tipi di finestre.
Rahmen- und Flügelholz = legname del telaio e dei battenti.
Glasfläche = superficie del vetro.

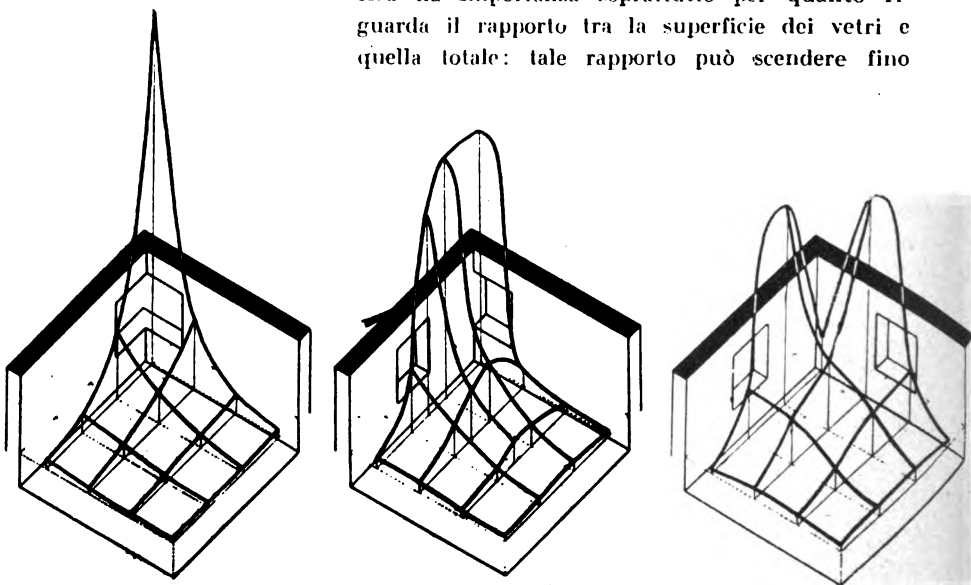



Fig. 2. — Distribuzione di luce in una stanza d'angolo, a seconda della disposizione delle finestre.

a 0,5:1. La fig. 1 rappresenta schematicamente i principali tipi di queste, e i rapporti tra superfici trasparenti (parte chiara del cerchio) e superfici opache (parte nera).

Per quanto riguarda la *ripartizione* dell'*illuminazione*, riportiamo nelle figure 2 e 3 interessanti diagrammi assonometrici, in cui le altezze delle verticali rappresentano l'illuminazione dei singoli punti da cui le dette verticali sono elevate. La serie di diagrammi della fig. 2 si riferisce ad una stanza d'angolo, delle dimensioni di m. 4,50 × m. 4,50. I diagrammi della fig. 3 invece si riferiscono ad una stanza intermedia, delle dimensioni di m 4 × 5,50. L'illuminazione esterna a cui i diagrammi si riferiscono è di 8300 Lux, che corrisponde a quella che si ha alle ore 11 di una giornata chiara di dicembre in Germania. Peraltro la Commissione tecnica che in Germania

si occupa di tale questione propone di prendere in considerazione prudenzialmente l'illuminazione che si ha alle ore 9,45 di dicembre, cioè l'illuminazione di 5000 lux. Si premette ancora che le

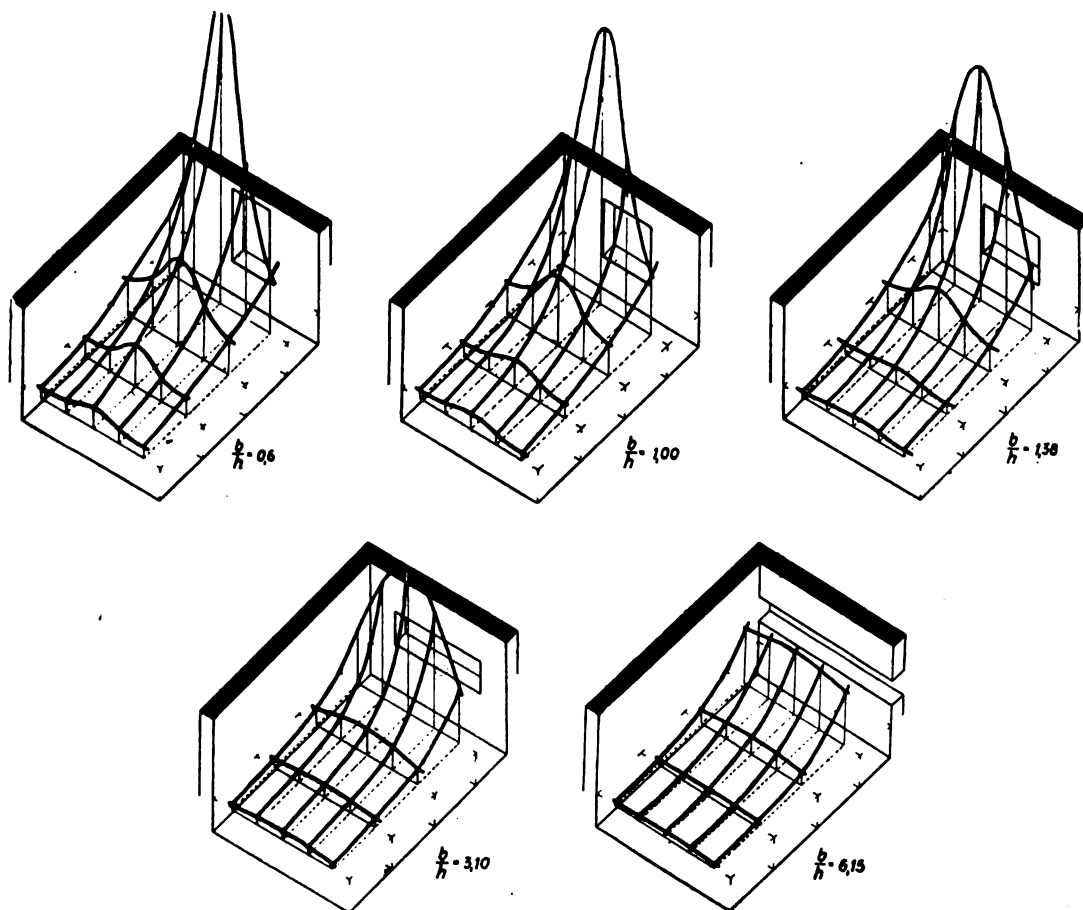



FIG. 3. — Distribuzione della luce in una stanza intermedia, a seconda della forma e delle dimensioni della finestra.

illuminazioni necessarie per i singoli posti di lavoro sono, a seconda dei generi di lavoro da eseguire, le seguenti:

lavorazioni grossolane: 20 ÷ 40 lux;
lavorazioni di media precisione: 40 ÷ 80 lux;
lavorazioni fini: 75 ÷ 150 lux;
lavorazioni molto fini: 150 ÷ 300 lux.

Vediamo ora di interpretare i diagrammi.

Nelle stanze d'angolo le finestre si possono sistemare in tre modi differenti: a seconda dei tre casi l'illuminazione verticale lungo la diagonale del locale è quella indicata nel diagramma fig. 4. Si vede così che, nel caso di una sola finestra angolare, l'illuminazione diminuisce rapidamente, cosicchè già nel primo terzo del locale si scende al disotto dei prescritti 60 lux normali. Nel caso 2 il diagramma si estende; nel caso 3, che rappresenta la soluzione classica, sono garantiti uniformità e chiarezza fin nell'interno del locale.

Nel caso di una stanza intermedia, si è supposta sempre una sola finestra della stessa superficie, ma di differenti rapporti tra altezza e larghezza. I diagrammi mostrano che l'illuminazione di punta diminuisce bensì col diminuire dell'altezza della finestra, però non nella stessa proporzione. L'uniformità dell'illuminazione aumenta coll'aumentare della larghezza della finestra, ciò che era da aspettarsi; però si vede anche che l'aumento di chiarezza agli angoli del locale è superiore alla perdita di illuminazione che si ha in corrispondenza della mezzeria della finestra;

inoltre l'intensità luminosa in corrispondenza della parete posteriore della stanza diminuisce fortemente col diminuire dell'altezza della finestra.

Nel diagramma fig. 5 si vede la rapida diminuzione della illuminazione verticale in corrispondenza della diagonale della stanza, coll'aumentare del rapporto larghezza-altezza della finestra. La curva *a* si riferisce al caso normale (quello preso in considerazione in tutti i diagrammi assonometrici), che cioè la visuale sia libera fino all'orizzonte. Naturalmente, la presenza di altri edifici fronteggianti le finestre influisce notevolmente sulla iluminazione del locale. Si sono riportate così anche le curve *b* e *c* che valgono per il caso in cui di fronte al locale preso in considerazione, e supposto situato a pianterreno, si trovi, al di là di una strada larga 12 m., un edificio di due piani.

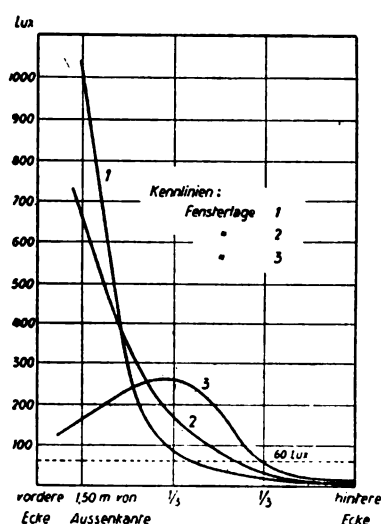



Fig. 4. — Diagrammi della illuminazione per la stanza di cui alla fig. 2.
Vordere Ecke = angolo anteriore.
Hintere Ecke = angolo posteriore.
Fensterlage = posizione della finestra.

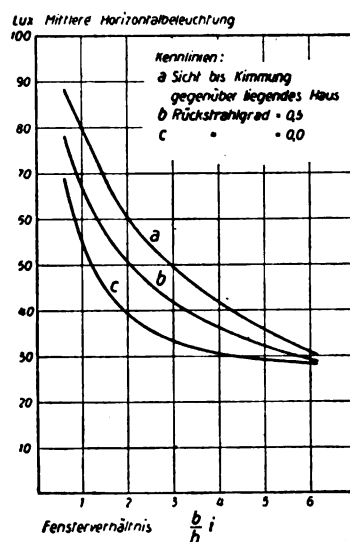



Fig. 5. — Diagramma della illuminazione verticale per la stanza di cui alla fig. 3.
Fensterverhältnis = rapporto delle dimensioni della finestra.
a = vista libera rispetto alla casa prospiciente.
b = grado di riflessione: 0,5.
c = grado di riflessione: 0,0.

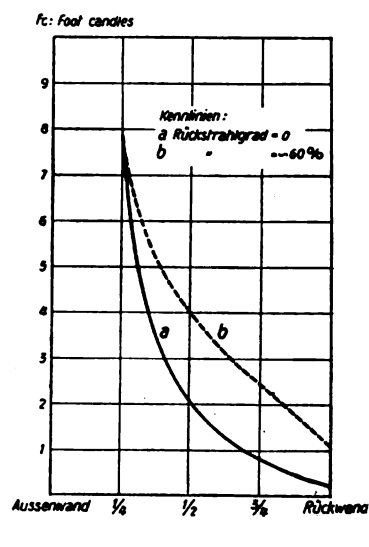



Fig. 6. — Influenza della riflessione di luce da parte delle pareti prospicienti.
Aussenwand = parete anteriore.
Rückwand = parete posteriore.

La curva *b* si riferisce più precisamente a un grado di riflessione di 0,5; la curva *c* a una superficie senza riflessione apprezzabile. Si vede che l'influenza del basso edificio antistante è trascurabile nel caso di finestra alta; mentre aumenta col diminuire della altezza della finestra stessa. Osserviamo anche che empiricamente si è dimostrato che la presenza di bassi edifici antistanti, muniti di pareti a forte riflessione, possono influire favorevolmente sull'illuminazione dell'interno di locali profondi. Circa i gradi di riflessione, sarà utile riportare la seguente tabella, che dà le percentuali di luce riflessa per i vari tipi di superfici:

Superficie	%
Tinteggiatura chiara: gialla	70
» » verde mare	50
» » verde foglia	20
» » azzurro	40
Rosso carico	15
grigio chiaro	50
grigio scuro	10
Linoleum chiaro granito	15 ÷ 20
» grigio chiaro	15
» bianco	45 ÷ 50
Calce chiara	45
Tavole di legname lisce	40
Mattonelle bianche vetrificate	80 ÷ 85
Mattoni ruvidi	10 ÷ 15

È interessante osservare finalmente il diagramma 6, il quale dà un'idea dell'effetto della luce riflessa dalle pareti prospicienti il locale in questione. Si vede così che, mentre senza tale riflessione, l'illuminazione va diminuendo, man mano che ci si allontana dalla finestra, con legge quadratica, la presenza di pareti chiare di fronte al locale, e specialmente l'assenza di tende spesse intorno alle finestre, rende la curva praticamente una retta. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Le perturbazioni delle audizioni radiofoniche causate dalla trazione elettrica e i mezzi per combatterle (*Revue Générale de l'Electricité,* 2 giugno 1938).

Tali pertubazioni sono originate dalle interruzioni di contatto che si producono tra il conduttore di alimentazione e il dispositivo di presa corrente portato dal veicolo. Queste interruzioni dànno luogo a scintille che generano onde elettromagnetiche che si propagano nello spazio e lungo i circuiti elettrici, e che si manifestano negli apparecchi riceventi mediante un rumore come di friggimento molto caratteristico. Le interruzioni di contatto sono dovute o a bruschi cambiamenti di livello del filo di alimentazione, o a un difetto di elasticità del sistema di sospensione di questo filo, ovvero a rugosità della superficie di sfregamento. Alle grandi velocità, certe prese di corrente, a causa dell'inerzia delle loro masse, non possono seguire abbastanza rapidamente le sinuosità della linea di contatto.

Per eliminare i disturbi, pertanto, occorrono due ordini di provvedimenti: 1) disporre di una appropriata presa di corrente; 2) migliorare lo stato della superficie di contatto del filo. *La presa di corrente* che sembra più adatta allo scopo è il pantografo, specialmente a causa della disposizione simmetrica, che garantisce una grande stabilità. Il leggero supporto degli organi di sfregamento, la cui inerzia è limitata, permette al pantografo di seguire rapidamente le sinuosità del filo di contatto, e di evitare interruzioni dovute all'oscillazione del veicolo; inoltre i rimbalzi dell'organo di sfregamento sono molto più rari, ciò che diminuisce sensibilmente la frequenza dei disturbi. Tuttavia se la soppressione dei disturbi dipende parimenti dalla costituzione della presa di corrente, cioè dalla natura dell'organo di sfregamento e dalla sua forma. L'A. esamina i vantaggi e gli svantaggi dei tipi più in uso, e cioè di quelli stretti di alluminio, quelli larghi di alluminio e quelli di carbone. Egli conclude che siano preferibili gli organi di sfregamento di carbone, che presentano i seguenti vantaggi: gli archi che si formano *sciuntano* le discontinuità di contatto e diminuiscono l'intensità delle onde parassite ad alta frequenza. Inoltre si evitano le striature del filo di contatto, e si assicura una levigatura praticamente perfetta della superficie di scivolamento. *La superficie del filo di contatto* deve essere mantenuta il più possibile esente da striature. Per sopprimere quelle causate dagli organi di sfregamento metallici, si fa subire ai fili una levigatura preventiva mediante uno sfregatore di acciaio o uno piatto di allumimio; successivamente si perfeziona la levigatura mediante uno sfregatore di carbone. Le strie così spariscono progressivamente e i fili si ricoprono di una patina bruna; in tal modo i disturbi nelle ricezioni radiofoniche sono praticamente soppressi. Tutto considerato, si deve concludere che, per eliminare i disturbi, conviene adottare pantografi con organi di sfregamento di carbone; la durata di questi è sufficiente per un percorso di 60.000 a 70.000 km. Tale consumo abbastanza rapido, peraltro, è compensato da un minore consumo del filo di contatto. Niente da fare, invece, quando la presa di corrente è costituita da un archetto o, peggio ancora, da un trolley.

Vi sono poi altri accorgimenti tecnici che giovano alla bontà della ricezione radiofonica, come l'impianto di condensatori collegati alla linea di contatto. Però, all'atto pratico, tale provvedimento si è dimostrato poco soddisfacente. Se si volesse infatti ottenere una protezione efficace, si dovrebbero impiantare lungo la linea condensatori molto prossimi l'uno all'altro, con una spesa ingente. Del resto, anche la necessità di equipaggiare tutti i veicoli circolanti sulla stessa linea di dispositivi analoghi, costituisce un onere finanziario assai ingente; sicchè si deve purtroppo concludere che, per quanto il problema tecnico dell'eliminazione dei disturbi sia stato risolto in modo soddisfacente, difficoltà d'ordine finanziario ne impediscono praticamente l'applicazione. — F. BAGNOLI.

(B. S.) L'impiego di acciai speciali nella costruzione dei carri ferroviari in America (*Railway Age*, 4 settembre 1937).

L'acciaio High-Tensile sta trovando largo impiego in America nella costruzione dei carri ferroviari.

Le caratteristiche che si desiderano per i carri sono: adattabilità alle condizioni di lavoro, sicurezza, robustezza e durata, insieme a un basso rapporto fra tara e portata. I disegni tipo compilati dalla A.A.R. rappresentano forse la più opportuna combinazione di tali elementi.

Gli acciai High-Tensile sono essenzialmente acciai Martin a basso tenore di carbonio, ai quali sono state conferite speciali proprietà a mezzo di opportuni trattamenti. La loro resistenza è certamente maggiore di quella degli acciai normali ed alcuni di essi presentano anche maggior resistenza alla corrosione in condizioni ordinarie. È notevole inoltre che tali qualità rimangono invariate col tempo. Si può dire che l'unica incertezza che ancora sussiste riguarda la resistenza alla corrosione nelle condizioni di servizio. In questo campo però si può avere una base di giudizio di confronto nei risultati forniti dagli acciai al rame che sono in uso ormai da trent'anni.

Infatti, la maggior durata in servizio degli acciai al rame è oggi chiaramente dimostrata, eppure anche per essi i competenti continuavano a far obbiezioni circa la loro applicazione alla costruzione dei carri anche dopo che la loro maggior resistenza agli agenti atmosferici era stata provata. Oggi tutti riconoscono che l'acciaio al rame, che dura all'aria almeno due o tre volte più di quello normale, ha una durata almeno 1,5 volte maggiore anche se usato nella costruzione dei carri da carbone.

Orbene, l'acciaio Cor-Ten, che rappresenta un esempio di acciaio High-Tensile, resiste alla corrosione, in aria, 4-6 volte più dell'acciaio normale e 2-3 volte più di quello al rame, e perciò, anche se non si hanno ancora sufficienti elementi,si può presagire bene circa la sua durata, anche nelle condizioni di servizio.

Ad ogni modo si ha già in proposito una certa esperienza: carri costruiti con l'acciaio Cor-Ten con riduzioni di peso del 50 % sono in gravoso servizio già da due anni. Tale riduzione è per altro eccessiva. Altri carri costruiti con riduzioni di peso del 30 % hanno dato risultati migliori e pienamente soddisfacenti.

L'esperienza acquisita ha indicato come bisogna utilizzare i nuovi acciai perchè le loro qualità siano ben sfruttate. Occorre sopratutto non ridurre soltanto le sezioni, ma eseguire nuovi appropriati disegni. Applicati con giudizio, gli acciai High-Tensile dovrebbero risultare più economici di quelli normali, perchè i rapporti delle resistenze e delle durate sono maggiori dei rapporti dei costi. Inoltre essi presentano maggior resistenza all'abrasione.

Nel calcolo del costo dei carri bisogna tener presente che, risultando essi più leggeri, è possibile aumentare la portata e perciò il costo per tonnellata di capacità dei carri costruiti con acciaio Cor-Ten può risultare non maggiore di quello dei carri normali. In alcune tabelle sono riportati dati comparativi di costo per vari tipi di carri.

Il disegno dei carri varia finalmente secondo che si dia maggiore importanza al fattore « minor peso e maggiore capacità » oppure al fattore« minor costo di manutenzione e maggiore durata ».

È stato detto che l'invasione dei nuovi acciai può essere dovuta all'insistenza interessata delle ditte produttrici, ma è certo che, se non ci fossero veri vantaggi pratici, non sarebbe avvenuto che 24 Compagnie Ferroviarie americane li hanno impiegati già in ben 16.000 carri. — G. Robert.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

OTTOBRE 1938-XVI

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1938 624 . 2 . 012 . 4
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 75.
G. Polsoni. La ricostruzione del ponte sul fiume Foro della linea Ancona-Foggia, pag. 8 ½, fig. 6, tav. 2.

621 . 316 . 9
1938 656 . 25
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 84.
S. Dorati. La protezione degli impianti di segnalamento ferroviario contro i danni delle sovratensioni d'origine atmosferica, pag. 31, fig. 18.

1938 691 . 3 . 0091
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 115.
A. Perfetti. Criteri pratici da seguire nella preparazione degli aggregati per calcestruzzi in base alle nuove norme proposte dal C.N.D.R., pag. 4, fig. 2.

1938 669 . 71
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 83.
Il mercato mondiale dell'alluminio nel decennio 1926-35 (Informazioni).

1938 624 . 2 . 093 : 625 . 143
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 119.
Travi per impalcature ferroviarie formate con rotaie fuori uso, pag. 1, fig. 1. (Libri e Riviste).

1938 625 . 144
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 120.
Velocità in curva. Problemi di ingegneria ferroviaria, pag. ½. (Libri e Riviste).

1938 625 . 23
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 120.
Sulle carrozze a due piani, pag. ½. (Libri e Riviste).

1938 625 . 23 . 011 . 12 (. 42)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 121.
Carrelli saldati della London Passenger Transport Board, pag. 1, fig. 2. (Libri e Riviste).

1938 625 . 245 . 62
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 122.
Serbatoi auto-ferroviari per il trasporto di olii commestibili, pag. 1 ½, fig. 2. (Libri e Riviste).

1938 624 : 694 . 791 (. 493)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 123.
Crollo di un ponte saldato, pag. 2, fig. 3. (Libri e Riviste).

1938 669 : 621 . 13
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 125.
La metallurgia delle locomotive per alte velocità, pag. 2 ½. (Libri e Riviste).

1938 537 . 228 . 1 : 531 . 78
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 128.
Utilizzazione di apparecchi piezo-elettrici per la misura di sforzi, pag. 1. (Libri e Riviste).

1938 625 . 144 . 7
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, agosto, pag. 129.
Macchina rincalzatrice sistema Sceuchzer, pag. 2, fig. 2. (Libri e Riviste).

L'Elettrotecnica.

1938 621 . 313 . 017 . 72
L'Elettrotecnica, 10 e 25 luglio, pagg. 442 e 487.
A. Pernier. Raffreddamento in idrogeno di macchine elettriche rotanti, pag. 13 ½, fig. 22.

1938 621 . 33
L'Elettrotecnica, 25 agosto, pag. 566.
R. Gatti. La trazione all'esposizione internazionale di Parigi ed il contributo italiano, pag. 3 ½, fig. 9.

La Metallurgia Italiana.

1938 620 . 1 : 537 . 531
La Metallurgia Italiana, luglio, pag. 367.
G. Calbiani. L'impiego dei raggi X per il controllo delle saldature autogene, pag. 20, fig. 42.

1938 669 . 144 . 3
La Metallurgia Italiana, agosto, pag. 493.
Influenza del tenore di carbonio sulla resistenza al calore degli acciai al cromo, pag. 1, fig. 3.

Materie Plastiche

1938 668
Materie Plastiche, maggio-giugno, pag. 119.
Le materie plastiche e l'industria dei trasporti, pag. 1.

L'Industria Italiana del Cemento

1938 624 . 2 . 09 . 012 . 4
L'industria italiana del cemento, giugno, pag. 164.
G. Passalacqua. La resistenza del calcestruzzo alla trazione nelle travi inflesse, pag. 6, fig. 3.

1938 624 . 012 . 4
L'industria italiana del cemento, giugno, pag. 171.
P. Marchino. Strutture in calcestruzzo con minima armatura, pag. 4, fig. 4.

L'Industria.

625 . 62
1938 656 . (1+4)
L'Industria, luglio, pag. 259.
A. Polese. I trasporti urbani in superficie, pag. 7, fig. 11.

1938 532 . 55
L'Industria, agosto-settembre, pag. 293.
L. Ferroglio. Sulle perdite di carico nei tubi convergenti e divergenti lisci, pag. 16, fig. 41.

532 . 58
1938 626 . 12
L'Industria, agosto-settembre, pag. 309.
C. Recchi. Possibili semplificazioni consentite nella ricerca della spinta trasmessa dall'acqua in movimento, pag. 2, fig. 6.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1938 625 . 113

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 943.

CHAPPELLET (J.). Courbes de chemins de fer. Circulation dans deux courbes tangentes de même surhaussement, mais de rayons différents. Tolérance pour le dressage des courbes, pag. 5.

1938 656 . 222 . 4

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 948.

KANDAOUROFF (P.). Compositions de trains et densité du trafic sur différentes lignes de chemin de fer, pag. 3, fig. 1.

1938 621 . 131 . 3 (.44) e 621 . 132 . 3 (.44)

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 951.

PARMANTIER (A.). Locomotives Pacific P.L.M. 231-G, 231-H, 231-K. Essais effectués et résultats obtenus, pag. 30, fig. 20.

1938 625 . 23 (.44)

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 981.

BERTRAND. La « métallisation » des voitures à bogies à caisse en bois, pag. 10, fig. 10

1938 621 . 132 . 8 & 621 . 43

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 991.

Dr. Ing. SCHRADER. La locomotive Diesel à transmission directe, pag. 8, fig. 8.

1938 62 . (01 & 621 . 133 . 7

Bull. du Congrès de sch. de fer, settembre, p. 999.

CALLAHAN (J. L.). L'effet des piqûres et des corrosions sur les chaudières de locomotives, pag. 7, fig. 5.

1938 621 . 131 . 2 & 621 . 133 . 3

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1006.

POULTNEY (E. C.). Les proportions des foyers de chaudières de locomotives modernes, pag. 11, fig. 3.

1938 621 . 135 . 2 & 625 . 214

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1017.

HAGUENAUER (I.). Les appareils d'essais pour la mesure des coefficients de friction des lubrifiants et alliages de frottement, pag. 15, fig. 12.

1938 621 . 132 . 8 (.73)

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1032.

Train de voyageurs automoteur à vapeur du New York, New Haven and Hartford Railway, pag. 4, fig. 3.

1938 621 . 132 . 3 (.42)

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1036.

Reconstruction de la locomotive n. 10.000 du London and North Eastern Railway, pag. 4, fig. 1.

1938 621 . 337

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1040.

Commande électrique des trains. - Le système « métadyne », pag. 1 ½, fig. 1.

1938 621 . 132 . 6 (. 439)

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1042.

Nouvelle locomotive-tender 4-4-4 aérodynamique des Chemins de fer de l'Etat hongrois, pag. 2, fig. 1.

1938 656 . 25

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1044.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Cours d'exploitation des chemins de fer. Tome II: L'exploitation technique. Signalisation, par U. LAMALLE, pag. 1.

1938 621 . 43 (02

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1045.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Motorzugförderung auf Schienen. (La traction sur voie ferrée par moteurs à combustion interne), par l'ing. dr. tech. O. JUDTMANN, pag. 1.

1938 656 . 235 . (. 494)

Bull. du Congrès des ch. de fer, settembre, p. 1046.

COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Les tarifs actuels des Chemins de fer suisses pour le transport des marchandises agricoles et des animaux vivants, par G. HARTMANN, pag. 1.

Revue Générale des Chemins de fer.

1938 656 . 258 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 41.

LEMONNIER. Les enclenchements de transit et d'approche, pag. 7, fig. 8.

1938 625 . 245 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 48.

TAFFIN DE GIVENCHY. Construction et aménagement d'un wagon Jsy à gabarit anglais destiné au transport de caisses de grande longueur et d'automobiles, pag. 5, fig. 3.

1938 621 . 791 . 7 (44)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 53.

RAVOIRE et CHARLIN. La soudure électrique dans la réparation des châssis monoblocs en acier moulé des bogies de voitures, pag. 11, fig. 10.

1938 625 . 137 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 64.

Les C. F. à l'étranger. — D'après « Railway Age » du 15 janvier 1938

Pivotement d'un pont métallique autour d'une de ses extrémités, pag. 3 ½, fig. 11.

1938 656 . 25 (931)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 67.

Les C. F. à l'étranger. — D'après « Railway Age » du 28 janvier 1938

Le développement de la signalisation en Nouvelle-Zélande, pag. 2, fig. 2.

1938 656 . 212 . 5 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 69.

Les C. F. à l'étranger. — D'après « Railway Signaling » de janvier 1938.

Amélioration d'un triage sur la Lackawanna, pag. 2, fig. 4.

1938 621 . 331 (81)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 71.

Les C. F. à l'étranger. — D'après « Electric Railway Traction », supplément de « The Railway Gazette » du 4 mars 1938.

Electrification à 3000 V du Brasil Central Railway, pag. 2, fig. 2.

1938 625 . 143

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 73.

Les C. F. à l'étranger. — D'après « Railway Gazette » du 8 avril 1938.

Emploi de vieux rails pour la construction des ponts des chemins de fer, pag. ½, fig. 1.

1938 625 . 232 (77)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 73.

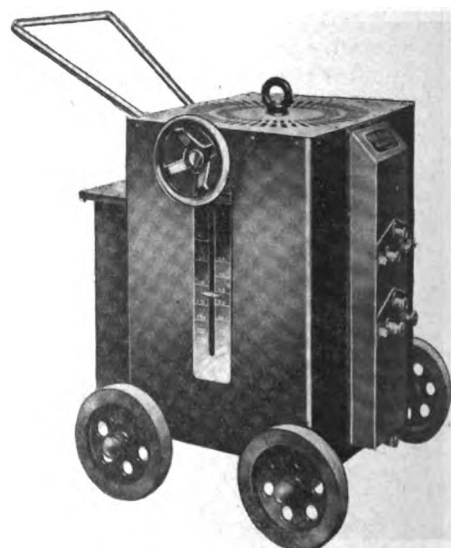
Les C. F. à l'étranger. — D'après « Railway Age » du 12 février 1938.

Essais de voitures d'un type spécial, pag. ½, fig. 2.

1938 621 . 13 (73)

Revue Générale des Chemins de fer, agosto, p. 74.

Les C. F. à l'étranger. — D'après « Railway Age » du 10 mars 1938.

Tendances américaines en matière de locomotives à vapeur, pag. 1.

Traction nouvelle.

1938 621 . 431 . 72 (.44)
Traction Nouvelle, luglio-agosto, p. 102.
J. Eisenmann. Exploitation par autorails dans la région de l'Ouest, p. 10, fig. 15.

1938 669 . 71 : 625 . 2
Traction Nouvelle, luglio-agosto, p. 128.
R. Kauffmann. Aluminium et matériel roulant, pag. 4, fig. 4.

1938 621 . 431 . 72
Traction Nouvelle, settembre-ottobre, p. 138.
H. Ledard. Les relations accélérées par autorails sur voie métrique, pag. 8, fig. 16.

1938 625 . 2 — 592
Traction Nouvelle, settembre-ottobre, p. 167.
J. Pédeleux. Etudes en cours sur le freinage à grande vitesse, pag. 3, fig. 2.

Le Génie Civil.

1938 624 . 154
Le Génie Civil, 25 giugno, pag. 540.
P. Caufourier. Le battage des pieux en béton armé. Expériences du Building Research Board britannique. pag. 2 ½, fig. 9.

Bulletin technique de la Société Française des Electriciens

1938 621 . 313 . 017 . 72
Bulletin technique de la Société Française des Electriciens, giugno, p. 495.
R. Langlois-Berthelot. La vie thermique des machines électriques dans les conditions de service, pag. 31.

1938 621 . 365 : 669 . 1
Bulletin technique de la Société Française des Electriciens, giugno, p. 571.
M. Van Lancker e M. Suttor. Étude sur la situation technique et économique du four à haute fréquence dans l'électrosidérurgie, pag. 11.

LINGUA TEDESCA

Elektrotechnische Zeitschrift.

1938 534 . 839 : 621 . 13
Elektrotechnische Zeitschrift, 21 luglio, p. 765.
E. Lübcke. Geräuschbekämpfung bei elektrischen Maschinen und Geräten, pag. 6, fig. 13.

1938 621 . 3 : 669 . 71
Elektrotechnische Zeitschrift, 25 agosto, p. 899.
L. Lux e K. Scheuing. Die Elektrotechnik bei der Herstellung des Aluminiums, pag. 3 ½, fig. 4.

1938 621 . 3 : 669 . 72
Elektrotechnische Zeitschrift, 25 agosto, p. 903.
H. Schunck. Die Elektrotechnik bei der Herstellung von Magnesiumlegierungen, pag. 5, fig. 9.

1938 621 . 331 . 3 : 625 . 1/6
Elektrotechnische Zeitschrift, 25 agosto, p. 919.
E. C. Zehme. Die motorstromart im Rahmen der Energieversorung elektrischer Eisenbahnen, pag. 4.

1938 621 . 315 . 211 . 9 : 621 . 315 . 616 . 1
Elektrotechnische Zeitschrift, 8 settembre, p. 960.
E. Borman. Erfahrungen mit Gummi als Isolierung von Hochspannungsleitungen und -Kabeln, pag. 3, fig. 5.

1938 621 . 314 . 65 . 004 . 12
Elektrotechnische Zeitschrift, 8 settembre, p. 963.
Stromrichter, pag. 5 ½, fig. 10.

Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

1938 385 . 113 (.43)
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 2 giugno, p. 415.
Übersicht über die Bilanz und den Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn für 1937, pag. 8.

1938 385 . 113 (. 42)
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 9 giugno, p. 435.
Die britischen Eisenbahnen im Jahre 1937, p. 9 ½.

1938 385 . 113 (. 493)
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 16 giugno, p. 457.
V. Renesse. Zehn Jahre nationale Gesellschaft der belgischen Eisenbahnen, pag. 4, fig. 2.

1938 656 . 213 . 073 . 2
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 23 giugno, p. 471.
K. Ottmann. Fischereibahnhöfe und Fischbeförderung, pag. 6, fig. 2.

Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines.

1938 621 . 13 (. 498)
Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 10 giugno, p. 155.
O. Weywoda. Lokomotivbau in Rumänien, pag. 4, fig. 10.

1938 656 (. 496)
Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 10 e 24 giugno, pp. 159 e 173.
A. Hruschka. Eisenbahn- und Transportwesen, Industrie und Technik im Aufbau der neuen Türkei, pag. 7, fig. 10.

1938 625 . 143
Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 8 luglio, p. 183.
R. Walzel. Die Entwicklung der Stähle des Eisenbahnoberbaues, pag. 13, fig. 38.

LINGUA INGLESE

Engineering

1938 385 . (08 (. 54)
Engineering, 15 luglio, p. 76.
Indian Railways, 1936-37, p. ½.

1938 621 . 431 . 72 (. 498)
Engineering, 22 luglio, p. 101.
4.000 B H P. Diesel-electric locomotive for the Roumanian State Railways, pag. 2, fig. 7.

1938 621 . 132 (. 73)
Engineering, 29 luglio, p. 136.
American locomotive operation, pag. ½.

1938 656 . 2 . 08 (. 42)
Engineering, 5 agosto, p. 159.
British railway accidents, 1937.

1938 656 . 22 (. 42)
Engineering, 5 agosto, p. 177.
New trains for the London — Bournemouth Service, on the Southern Railway, pag. 1, fig. 2.

1938 625 . 2 . 011 . 12
Engineering, 12 agosto, p. 188.
Simplex bogie for electric traction, pag. 2 ½, fig. 11.

Anno XXVII - Vol. LIV - N. 5. RIVISTA MENSILE Roma, 15 novembre 1938 (Anno XVII)

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72**; per l'Estero (U. P.) L. **120**. Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. **36**

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA DELLE FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

Comitato di Redazione

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"

ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

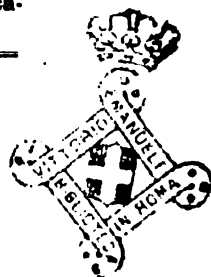
SOMMARIO

Anno XXVII - Vol. LIV 15 Novembre 1938 - Anno XVII - N. 5

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

La trazione ferroviaria e l'autarchia [1]

Ing. L. VELANI, Direttore Generale delle F. S.

Riassunto. — **Il programma in corso di sviluppo mira all'elettrificazione di 9.000 Km. delle più importanti linee della rete dello Stato. Il risparmio totale di carbone che se ne otterrà, sarà di circa tonn. 2.500.000, e cioè più del 20 % delle attuali importazioni di carbone estero per i bisogni delle industrie italiane.**

Circa la convenienza autarchica della elettrificazione, si dimostra che il risparmio annuale di carbone permette di ammortizzare, nel ciclo di pochissimi anni, la spesa da fare all'estero per gli impianti di elettrificazione, quando si tratta di linee di grande traffico.

Prima di entrare nel vivo dell'argomento sul quale dovrò intrattenervi brevemente, non posso fare a meno di mettere in evidenza che l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato non ha mai perso di vista, ma anzi ha sempre accuratamente studiati, specie in Regime Fascista, due lati importanti, nel quadro dell'economia nazionale, del problema dell'esercizio di una grande impresa industriale. E precisamente l'eliminazione degli sprechi di qualunque genere, e la sostituzione di prodotti nazionali a quelli importati dall'estero. In questi ultimi tempi poi, seguendo appassionatamente gli ordini del Duce, ha intensificato tale studio con risultati concreti.

Ciò premesso, mi limiterò a riferire su ciò che è stato fatto e si sta facendo al riguardo, in uno speciale settore, quello della trazione.

La trazione ferroviaria è nata e si è sviluppata, per circa cento anni, quasi esclusivamente con la locomotiva a vapore.

Locomotiva a vapore vuol dire consumo di carbone; ed il consumo del carbone, per noi Italiani, ha rappresentato sempre una grave soggezione verso l'estero.

Sono quindi da considerarsi come particolarmente interessanti, dal punto di vista autarchico, tutti quei provvedimenti presi per ridurre i nostri consumi di carbone. Speciale menzione meritano quelli adottati dalle Ferrovie dello Stato.

Essi possono classificarsi in due categorie. Alla prima appartengono i perfezionamenti introdotti nel servizio della trazione a vapore, per diminuire i consumi unitari di materiali esteri, e per introdurvi, fino dove è possibile, l'uso di combustibili na-

(1) Comunicazione all'ultima riunione annuale tenuta a Bologna dalla Società Italiana per il progresso delle scienze.

zionali. Alla seconda categoria appartengono i provvedimenti intesi ad utilizzare, per la trazione ferroviaria, l'energia elettrica e quella prodotta da automotrici a carburanti.

I provvedimenti della prima categoria, che presentano forse maggiore interesse, perchè meno noti, vi saranno illustrati dal camerata Ing. Jacometti (1), capo del nostro Servizio Trazione: io vi parlerò invece di quelli della seconda categoria.

Per quanto riguarda la trasformazione della trazione a vapore in quella a carburanti, si potrebbe osservare che, con essa, si ha una semplice sostituzione del carbone con un altro combustibile che ci proviene d ll'estero.

Senza entrare in molti particolari a questo riguardo, vi dirò solo che l'ammontare della valuta che abbiamo dovuto mandare all'estero per l'acquisto di carburanti consumati nell'anno 1936-37 per tutto il servizio delle automotrici, è risultato ensibilmente minore della valuta che prim si doveva mandare all'estero, per il carbone necessario al servizio dei treni a vap re, che sono stati sostituiti dalle dette automotrici. E, notate, che il quantitativo di corse con automotrici effettuate sulla rete dello Stato è notevolmente superiore a quello delle corse a vapore che sono state soppresse.

Dunque la sostituzione del servizio a v ipore di alcuni treni con servizi di automotrici, con le modalità che si sono adottate sulla rete dello Stato, mentre ha permesso di dare al pubblico un numero di co se più frequenti e veloci, ha, d'altra parte, permesso di ridurre alquanto il nostro tri)uto verso l'estero in fatto di combustibili (2).

Ma un contributo molto più importante alla nostra indipendenza dall'estero è stato portato dalla trazione elettrica. Perciò io mi fermerò più a lungo a parlarvi di questo argomento, non tanto perchè io cre la di potervi dire al riguardo cose nuove, ma perchè mi sembra opportuno segnalarvi alcuni elementi di particolare importanza, che possono ricavarsi dalla pratica del servizio che ormai ha preso una considerevole estensione sulla rete italiana.

Trazione elettrica
Programma di elettrificazione delle F. S. e relativi criteri fondamentali

ORIGINI E SVILUPPO DELLA TRAZIONE ELETTRICA.

Sulle origini e sul primo impiego della trazione elettrica in Italia è stato già scritto tanto, che mi sembra inutile tornare ad insistervi.

Ricorderò solamente che le prime elettrificazioni ferroviarie, sia in Italia che all'estero, furono decise per risolvere prevalentemente problemi tecnici (abolizione del fumo nelle gallerie, aumento della velocità di corsa dei treni, incremento della poten-

(1) La comunicazione dell'ing. Iacometti verrà pubblicata nel prossimo numero di dicembre.

(2) Tale riduzione trova la sua giustificazione tecnica nel fatto che il rendimento termodinamico del motore a combustione delle automotrici è molto superiore di quello del motore alternativo senza condensazione della locomotiva a vapore, mentre il costo dell'unità di lavoro ottenuta in combustibile liquido non aumenta in proporzione rispetto a quello della stessa unità ottenuta in carbone da vapore. Difatti il rapporto tra il costo del carbone e quello della nafta fluida per motori si aggira intorno a 2, mentre il rapporto tra i consumi per unità di lavoro, di carbone per le locomotive, e di nafta per le automotrici, si aggira intorno a 6.

zialità delle linee ecc.). Così è accaduto, ad esempio, per le linee dei Giovi, sulle quali non sarebbe stato possibile raggiungere, con la trazione a vapore, la velocità e la frequenza dei treni che si è raggiunta invece con la trazione elettrica.

Dopo il primo periodo, durante il quale si ebbe presente solo il lato tecnico del problema dell'esercizio ferroviario, venne in discussione la convenienza della trazione elettrica più particolarmente dal punto di vista economico. Gli studi, e specialmente le discussioni relative, furono lunghi ed appassionati, anche perchè queste furono rese maggiormente complesse per i diversi pareri circa il più conveniente sistema da prescegliersi per la elettrificazione ferroviaria.

Ciò spiega come, anche nel nostro Paese, al quale spetta l'indiscusso merito di essere stato il pioniere di questo nuovo sistema di esercizio, che aveva tanto interessato tutti gli specialisti ed era considerato con particolare favore, le ulteriori applicazioni abbiano subito una sosta, dopo le prime importanti che ne erano state fatte alle linee dei Giovi e del Cenisio e ad altre linee secondarie. Dal 1901 alla fine della Guerra Mondiale, erano state infatti eletttrificati, sulla nostra rete dello Stato, solo 480 Km. di linee e si erano raggiunti appena 700 Km. alla fine dell'anno 1922.

Spetta al Fascismo, anche in questo campo, il merito di avere finalmente avviato il problema ad una conveniente soluzione.

L'esperienza dei tempi di guerra aveva infatti messo in giusta evidenza il pericolo che correva l'Italia di vedere arrestato il suo traffico ferroviario, quando le importazioni di carbone fossero divenute difficili, ed in ogni modo, i gravi inconvenienti che potevano derivare alla sua economia dalle possibili oscillazioni del mercato estero del carbone.

Perciò il problema dell'elettrificazione ferroviaria venne considerato come specialmente importante dal punto di vista dell'interesse nazionale, svincolandolo dalle considerazioni della più stretta convenienza economica, le quali l'avevano fino allora tenuto stretto tra le loro pastoie.

Nel 1932 il Ministro delle Comunicazioni Costanzo Ciano che, durante gli anni dal 1922 fino allora, aveva già portato i Km. di linee elettrificate dai 700 del 1922 a 1952, fece concretare il programma di massima relativo alla estensione fino a 9000 Km. dell'esercizio elettrico della nostra rete di Stato, che ne misura complessivamente, com'è noto, circa 17.000.

Le linee da elettrificarsi furono scelte fra quelle di valico e di più difficile tracciato, e fra quelle di maggior traffico. Come sistema fu prescelto, in via di massima, quello a corrente continua, con la tensione di linea di 3000 volt.

Questa impresa colossale fu subito intrapresa e continuata, anche sotto il vigoroso impulso dei Ministri Puppini e Benni, col ritmo accelerato che il Regime Fascista imprime ad ogni sua opera. Ben presto se ne videro i più lusinghieri risultati, e specialmente se ne risentirono i vantaggi durante le sanzioni.

Le linee elettrificate diventarono 2370 Km. alla fine dell'anno 1934, ed oggi già misurano 3959 Km. Esse comprendono importantissime arterie, fra le quali sono da citare specialmente le linee che dai confini francesi vanno a Genova e Livorno e la grande longitudinale da Bologna per Roma e Napoli fino a Reggio Calabria.

Attualmente sono inoltre in avanzato corso di trasformazione altri 1103 Km. di importanti linee, quali la Milano-Bologna-Ancona e la Roma-Livorno che verranno

attivate col prossimo 12 novembre, e la Milano-Chiasso, la Milano-Voghera e la Orte-Falconara che verranno attivate entro il 28 ottobre 1939, insieme con altre di minore importanza.

È opportuno ora mettere in evidenza i criteri fondamentali che l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha adottati nello svolgimento del programma di elettrificazione della Rete, per meglio lumeggiare il contributo che, con i medesimi, ha dato all'autarchia del Paese.

FONTI DI ENERGIA.

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato utilizza in prevalenza energia elettrica fornita dall'industria privata. Infatti, sui 750 milioni di Kwh. richiesti nel 1936-1937 dall'esercizio delle linee elettrificate, 550 milioni furono forniti da Ditte private le quali, in base ad appositi contratti stipulati con l'Amministrazione ferroviaria, tengono impegnata, per suo uso, una potenza di circa 275 mila Kw. istallata in centrali idrauliche, più una piccola riserva termica, con 34.350 Kw. istallati, che viene utilizzata solo in casi eccezionali.

Fino però dai primi impianti, fatti al tempo delle cessate Società Adriatica e Mediterranea, si riconobbe opportuno costruire alcune centrali di proprietà dell'Amministrazione, di cui alcune furono termiche ed altre idrauliche.

Le prime vennero in seguito abbandonate, ed attualmente quelle in funzione sono solo idrauliche.

Per i nuovi bisogni creati dal progressivo estendersi della trazione elettrica, l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha stipulato nuovi contratti di fornitura di energia, fra i quali merita specialmente di essere ricordato il contratto stipulato con la Società dei Soffioni boraciferi di Larderello. Da quella fonte si ricaverà, con gli impianti in corso di ultimazione, un quantitativo di energia elettrica superiore ai 160 milioni di Kwh annui. L'Amministrazione stessa ha inoltre provveduto a far costruire, per suo conto, un'altra centrale elettrica a Bressanone, la quale entrerà in funzione fra breve e potrà fornire energia, non solo pei bisogni ferroviari, ma anche pei bisogni delle industria di quella regione, rendendosi con ciò assai più intensa l'utilizzazione di quelle riserve idrauliche.

La costruzione di proprie centrali ha dato mezzo all'Amministrazione ferroviaria di conoscere direttamente, a fondo, le condizioni nelle quali si svolge la produzione dell'energia idroelettrica, e di ricavarne utili ammaestramenti nella gestione di questa branca del servizio, che va prendendo sempre più larga estensione.

In alcuni casi poi, come in quello degli impianti di Bardonecchia e dell'Appennino centrale, l'Amministrazione riconobbe necessario provvedere direttamente a costruire proprie centrali di produzione, in località prossime alla ferrovia, per avere energia integrativa a quella fornita dalle Società private, perchè, sia per le località nelle quali dovevano essere costruite tali centrali, sia per lo speciale regime della loro produzione, l'industria privata non avrebbe trovato convenienza a costruirle.

LINEE DI DISTRIBUZIONE.

Per la distribuzione dell'energia è stato provveduto alla costituzione di una estesa rete di alimentazione che permette di allacciarsi in modo razionale alle numerose fonti di energia, alcune delle quali si presentano con caratteristiche speciali.

La rete di allacciamento finora costruita comprende condutture primarie ad alto ed altissimo potenziale (da 60 mila a 130 mila volt) che misurano 6.750 Km. e delle quali gran parte sono state costruite direttamente dalla stessa Amministrazione ferroviaria. Oltre a queste, sono attualmente in costruzione, a cura diretta dell'Amministrazione, altri 1500 Km. di nuove condutture primarie che attraverseranno gran parte della penisola da nord a sud e da ovest ad est.

In tal modo le Ferrovie dello Stato, mentre provvedono meglio ai bisogni della trazione elettrica, dànno anche un valido contributo al completamento della Rete generale di distribuzione nazionale dell'energia elettrica, poichè la loro rete può servire anche, nei casi speciali, per il trasporto di energia elettrica da nord a sud e viceversa, per eventuali necessità, sia del servizio ferroviario, che di altre industrie del Paese.

CONTROLLO SULLA UTILIZZAZIONE DELLE VARIE FONTI DI ENERGIA.

Su tutta la rete le forniture di energia dalle varie fonti vengono seguite giornalmente, dando opportune disposizioni telefoniche dalla sede centrale (Servizio Lavori) ai vari Uffici Impianti Elettrici e Segnalamento, per ripartire i carichi, a seconda delle rispettive convenienze tecniche ed economiche dell'alimentazione.

Per la rete Ligure-Piemontese a 16,6 periodi non soltanto vengono impartite queste disposizioni, ma l'ufficio I.E.S. di Genova segue costantemente l'andamento delle forniture di energia delle varie fonti alimentanti in parallelo la detta Rete, mediante un « Ripartitore del carico » installato alla Chiappella (Genova).

Questo ripartitore permette di controllare i carichi delle varie fonti di alimentazione, giacchè riporta, su apparecchi registratori di un quadro installato nella Chiappella, la potenza richiesta alle fonti stesse; si possono quindi ripartire nel miglior modo possibile le potenze tra le varie fonti e controllare costantemente la rispondenza di esse, richiamando quelle che non si attenessero all'ordine dato.

Si sono potute così migliorare le condizioni di fornitura e risparmiare forti perdite di trasporto, con il risultato di diminuire il consumo specifico di energia richiesto dalla trazione dei treni.

È importante notare che sia per questi provvedimenti, sia per il maggiore impiego di linee di alimentazione a 130 Kvolt, sia infine per l'estensione sempre maggiore del servizio a trazione elettrica, il consumo medio di energia per tonn. Km. v. r. si è abbassato di circa il 10 % in questi ultimi anni, essendo passato dal valore di 32,5 Wattora che si aveva nel quinquennio 1931-35, ai 29,4 Wattora che si sono ottenuti nell'esercizio 1936-37.

Considerazioni sulla trazione elettrica dal punto di vista economico

Ho già accennato alle lunghe discussioni che sono state fatte sulla convenienza economica dell'elettrificazione di linee ferroviarie, e ho anche detto che, nelle decisioni prese dall'Amministrazione, si è dato, rispetto ad essa, maggiore importanza al prevalente interesse nazionale.

Non voglio ora riaprire la discussione, nè tanto meno stabilire criteri positivi per risolvere un problema tanto dibattuto. Desidero solo riferire alcuni dati ricavati dalla pratica dell'esercizio, che possono in certo modo orientare circa il peso che, sulla convenienza dell'elettrificazione, hanno i singoli vantaggi e svantaggi. E desidero inol-

tre mettere in evidenza che l'Amministrazione, nello stabilire il suo programma, ha tenuto nel dovuto conto anche considerazioni di ordine economico.

Tralascerò di accennare ai numerosi vantaggi tecnici, che la trazione elettrica apporta sia all'Amministrazione esercente sia al pubblico viaggiante, poichè questi risultano più generalmente evidenti. Esaminerò invece partitamente quali sono i singoli oneri ed i singoli vantaggi economici, pur tenendo presente che, nella maggior parte dei casi, le condizioni di esercizio delle linee elettrificate sono molto diverse da quelle che esistevano col precedente esercizio a vapore, perchè si possa istituire un confronto preciso tra il costo di esercizio dei due sistemi.

Tuttavia, paragonando le condizioni della nostra attuale Rete elettrificata, la quale ha già raggiunto una notevole estensione, con le condizioni delle restanti linee della rete stessa, che sono ancora esercitate a vapore, si possono ricavare alcuni dati caratteristici che credo opportuno segnalare alla vostra attenzione.

Spese per l'elettrificazione.

L'onere principale è quello derivante dai costosi impianti per le condutture di alimentazione e distribuzione della corrente elettrica, per le sottostazioni di trasformazione, per l'attrezzatura della linea, e per altri accessori. Dell'entità di tali spese parlerò tra poco, quando tratterò della trazione elettrica dal punto di vista autarchico. È risaputo però, anche senza fare delle cifre, che il costo degli impianti fissi riesce in generale troppo grave per linee non accidentate e di traffico non intenso, perchè evidentemente l'onere corrispondente per interesse ed ammortamento deve essere ripartito su un piccolo quantitativo di unità di lavoro. A questo riguardo tuttavia debbo mettere in evidenza ciò che si è sempre verificato in pratica, e cioè che l'elettrificazione di una linea, in seguito ai perfezionamenti tecnici apportati all'esercizio, e specialmente per le più alte velocità e per la maggior frequenza dei treni, produce sempre un aumento del traffico.

Nelle valutazioni economiche deve quindi tenersi il debito conto anche di questa importante circostanza.

Spese di manutenzione degli impianti fissi.

Per quanto riguarda l'esercizio, l'impianto della trazione elettrica rende più complessa l'attrezzatura della linea ferroviaria, e perciò agli oneri derivanti dalla manutenzione del corpo stradale, delle relative opere d'arte, e dell'armamento, si aggiungono i nuovi oneri relativi alla manutenzione degli impianti elettrici. Tali oneri sono in rapporto ad elementi molto variabili con le diverse condizioni del servizio ed anche col tempo, e quindi la loro valutazione, che viene seguita dall'Amministrazione, può dare adito a molte incertezze.

Costo dell'energia.

Come vi è noto, in tesi generale, si può dire che, a parità di lavoro effettuato, di fronte al costo del carbone bruciato nel forno della locomotiva a vapore, quello dell'energia elettrica utilizzata per la trazione dei treni riesce più conveniente, sia essa energia prodotta da centrali elettriche costruite in favorevoli condizioni, sia essa prodotta da grandi e bene attrezzate centrali termiche, come è stato chiaramente dimostrato anche in un recente interessante studio del camerata on. Motta. Più favorevole,

naturalmente, riesce l'impiego dell'energia elettrica quando essa sia prodotta mediante l'utilizzazione di forze geotermiche. Prescindendo però da considerazioni generali, vediamo in pratica quale è risultato il costo dell'energia elettrica utilizzata dalle F. S. per la trazione.

Nell'esercizio 1936-37 il costo medio generale di tutta l'energia elettrica utilizzata per la trazione dei treni è stato di L. 0,142 per Kwh, e perciò il costo della tonnellata-chilometro v. r. a trazione elettrica, dato il consumo corrispondentemente verificatosi di Wattora 29,4, è risultato di L. 0,0042.

Nello stesso anno la trazione a vapore di una tonn. Km. v. r. ha richiesto un consumo di carbone di gr. 50,9 che, al costo medio di L. 110 la tonn. di quell'anno, corrisponde ad una spesa unitaria di L. 0,0056.

Il risparmio unitario risultò quindi in quell'anno di L. 0,0014 per tonn. Km. v. r. pari al 25 % circa.

Esso però può avere evidentemente delle oscillazioni anche notevoli, col variare del prezzo del carbone. Infatti oggi, che questo è salito a circa 150 lire la tonn., il detto risparmio di spesa per tonn. Km. v. r. sale da lire 0,0014 a lire 0,0034, poichè il costo dell'energia elettrica prodotta dagli impianti esistenti può considerarsi praticamente costante. Si ha così un risparmio del 66 % circa.

Non si deve però dimenticare che il risparmio dato dall'utilizzazione dell'energia elettrica, in luogo di quella a vapore, è tanto minore quanto più è scarso il traffico della linea che viene elettrificata.

MINOR PESO DELLE LOCOMOTIVE A PARITÀ DI POTENZA.

Una delle caratteristiche che presenta l'esercizio a trazione elettrica in confronto di quella a vapore è il minor peso unitario delle locomotive, a parità di potenza.

Infatti dai dati che sono contenuti nell'ultima relazione annuale pubblicata dalle Ferrovie dello Stato, si può ricavare che il peso medio delle locomotive elettriche in servizio sulla rete, per unità di potenza (HP) è di soli 34 Kg., mentre il corrispondente peso medio delle locomotive a vapore (considerate a vuoto e comprendendovi il peso del tender pure a vuoto) è di 75 Kg.

Nel servizio a trazione elettrica si può fare quindi lo stesso lavoro effettuato da una locomotiva a vapore, con una locomotiva elettrica che pesa meno della metà.

È vero che il costo di una locomotiva elettrica a parità di peso è superiore a quello della locomotiva a vapore (nelle condizioni attuali del mercato, il locomotore elettrico costa L. 17 al Kg. di fronte a L. 11 della locomotiva a vapore); ma anche tenendo conto di tali differenze di costo, si ottiene sempre un vantaggio per la trazione elettrica.

Questo vantaggio va tutto a favore della nostra autarchia in fatto di utilizzazione di metalli, perchè il maggior costo unitario della locomotiva elettrica è bensì, in parte, dovuto all'impiego di un maggior quantitativo di metalli di maggior prezzo, ma dipende principalmente da maggiore e più accurata lavorazione della macchina, lavorazione che interessa naturalmente la sola economia nazionale.

MAGGIORE UTILIZZAZIONE DELLE LOCOMOTIVE ELETTRICHE.

Per quanto riguarda l'utilizzazione delle locomotive elettriche, si deve tener presente che la loro facile accudienza, la loro più elevata velocità, la nessuna necessità

che hanno di rifornimenti di acqua e carbone, permettono di farne in servizio corrente un uso notevolmente più intenso di quello delle locomotive a vapore. Dalla nostra relazione annuale vediamo infatti che le 3200 locomotive a vapore utilizzate nell'esercizio 1936-37 (escluse quelle accantonate) hanno effettuato 87 milioni di treni-Km., mentre le 1.190 locomotive elettriche utilizzate hanno effettuato 52 milioni di treni-Km.

Dunque, di fronte a 27.000 treni-Km. effettuati nell'anno da ogni locomotiva a vapore si hanno ben 44.000 treni-Km. effettuati da ogni locomotiva elettrica. Per effettuare lo stesso servizio occorre quindi un considerevole minor numero di locomotive elettriche.

Ora, pur tenuto conto delle diverse condizioni in cui si svolge il servizio nei due gruppi di linee, e specialmente del fatto che, sulle linee ancora esercitate a vapore, si ha una maggior prevalenza di treni a breve percorso, i dati indicati mostrano tale differenza che non si può fare a meno di attribuire loro un valore sensibilmente favorevole alla trazione elettrica.

MINOR COSTO DELLA MANUTENZIONE DELLE LOCOMOTIVE ELETTRICHE.

Seguitando ancora in questo confronto, sia pure grossolano, dei risultati d'esercizio dei due sistemi di trazione, troviamo un altro interessante campo di esame nelle spese di riparazione delle locomotive.

I dati relativi all'anno 1936-37 sono messi in evidenza graficamente nella tavola N. 14 della relazione annuale delle Ferrovie dello Stato.

Da tale grafico si rileva che, per ogni treno-Km. effettuato, la riparazione delle locomotive elettriche ha richiesto una spesa di L. 0,93 rispetto a quella di L. 1,52 dalle locomotive a vapore.

MINORE SPESA PER LA MANUTENZIONE DELLE CARROZZE.

Inoltre la eliminazione del fumo delle locomotive, specialmente sulle linee con frequenti gallerie, ha avuto un benefico effetto anche nella riduzione delle spese di manutenzione delle carrozze. Per queste infatti si ha sulle line elettrificate una migliore conservazione degli addobbi e specialmente delle vernici delle pareti, per le quali ultime, com'è noto, noi siamo ancora sensibilmente dipendenti dall'estero.

MIGLIORE IMPIEGO DEL PERSONALE DI CONDOTTA, DI RIMESSA E DI SCORTA AI TRENI.

Altro considerevole vantaggio della trazione elettrica è quello della migliore utilizzazione del personale di condotta e di rimessa delle locomotive.

A questo proposito troviamo che, sempre nell'anno 1936-37, di fronte ad una percorrenza di 87 milioni di treni-Km. effettuati a vapore, si avevano in servizio 8688 agenti di condotta e 4853 agenti di deposito, mentre, di fronte a 52 milioni di treni-Km. effettuati elettricamente, si avevano in servizio 3418 agenti di condotta e 693 agenti di deposito.

Riferendo le cifre a 1 milione di treni-Km. risultano per la trazione a vapore 99 agenti di condotta e 56 agenti di deposito e per la trazione elettrica 66 agenti di condotta e 13 agenti di deposito.

È particolarmente notevole la differenza nel quantitativo degli agenti di deposito, la quale mette in evidenza la semplicità enormemente maggiore dell'accudienza

richiesta dalle locomotive elettriche, in confronto di quella richiesta dalle locomotive a vapore.

Per quanto riguarda il quantitativo degli agenti di condotta, si deve tenere poi presente che quello relativo alla trazione elettrica potrà essere ancora sensibilmente ridotto, con l'estensione maggiore che si darà ai treni composti di automotrici guidate da un solo agente, e con l'applicazione sempre più larga alle locomotive del dispositivo dell'*uomo morto*, il quale mira, com'è noto, ad utilizzare un solo agente per la condotta delle locomotive.

Anche a proposito dell'utilizzazione del personale debbo però ripetere quanto ho detto parlando dell'utilizzazione delle locomotive e cioè che i dati indicati possono servire a fornire soltanto un'idea generale delle condizioni particolari ai due sistemi di trazione, ma non elementi precisi per calcolare il risparmio che l'un servizio presenta rispetto all'altro.

Senza poter fornire dati concreti, si può asserire inoltre che, data la maggiore velocità dei treni, anche nell'impiego del personale di scorta si ha un risparmio, che sarà tanto più sensibile quanto maggiormente sarà estesa la trazione elettrica.

Considerazioni su la trazione elettrica dal punto di vista autarchico

Premesse queste considerazioni economiche, le quali dimostrano che, nello studio del programma di applicazione della trazione elettrica alla nostra Rete, se ne è tenuto il debito conto, passerò a considerare il problema dal punto di vista autarchico, che è lo scopo principale della mia esposizione.

Risparmio di carbone.

Le linee finora elettrificate comprendono un notevole quantitativo di tronchi a forte traffico. Infatti sulle medesime che rappresentano meno di un quarto della Rete, si ebbero nel 1936-37 circa 25 miliardi di tonn.-Km. virtuali rimorchiate, chè poco meno della metà del traffico complessivo di tutta la Rete, che ammontò nel detto anno a 57 miliardi.

Il traffico chilometrico medio di quel gruppo di linee corrisponde a 6 milioni 300 mila tonn.-Km. virtuali rimorchiate.

Quello che attualmente si svolge sull'altro gruppo di linee che sono in corso di elettrificazione, e che sono, come si è detto, in prevalenza linee di primaria importanza, risulta di poco inferiore a quello delle linee già elettrificate, e cioè di 6.200.000 tonn.-Km. virtuali rimorchiate per chilometro.

Considerando le rimanenti linee, che dovranno elettrificarsi dopo il 1939, per raggiungere il quantitativo totale di 9.000 Km. previsto dal programma generale, troviamo che il traffico corrispondente, sia perchè le linee sono in gran parte di minor movimento, sia perchè sono generalmente di pianura, e quindi sul relativo traffico influisce meno il coefficiente virtuale, risulta in media di 3.750.000 tonn.-Km. virtuali rimorchiate per chilometro.

Se veniamo infine a calcolare il traffico medio delle linee (circa 8.000 Km.), escluse dal programma generale di elettrificazione della rete, troveremo un traffico medio chilometrico di appena 1.200.000 tonn.-Km. virtuali rimorchiate.

Sulle linee ancora oggi esercitate a vapore (circa 13.000 Km.) si è avuto nel 1936-1937 un traffico di miliardi 31 e 433 milioni tonn.-Km. virtuali rimorchiate dai treni a vapore, più un traffico di 535 milioni servito dalle automotrici a carburanti.

Le locomotive dei treni a vapore hanno consumato 1.600.000 tonnellate di carbone, per la sola trazione dei treni, in ragione, come già ho accennato, di gr. 50,9 per ogni tonn.-Km. virtuale rimorchiata, più 200.000 tonn. circa per le manovre effettuate nelle stazioni; in complesso 1.800.000 tonn. di carbone, che si è dovuto importare quasi tutto dall'estero.

Se si fosse dovuto effettuare a vapore anche il servizio delle linee che risultavano già elettrificate nel 1936-37, si sarebbero dovute importare (in base allo stesso consumo unitario per tonn.-Km. v.r.) altre 1.300.000 tonn. di carbone, che la trazione elettrica ci ha permesso invece di risparmiare.

Se confrontiamo questo quantitativo di carbone con quello che ancora oggi il nostro Paese deve importare annualmente dall'estero, vediamo che il risparmio già ottenuto, a mezzo della elettrificazione ferroviaria, è di una importanza non trascurabile, perchè supera un decimo della importazione annuale.

Con le elettrificazioni in corso, il risparmio nel consumo del carbone aumenterà ancora di altre 350.000 tonn., e con l'elettrificazione delle rimanenti linee, comprese nel programma completo, aumenterà di altre 850.000 tonn. raggiungendosi così il valore complessivo di *2.500.000* tonn. che rappresentano più del 20 % delle nostre attuali importazioni di carbone estero.

A programma ultimato resterebbe presumibilmente, sugli 8.000 Km. di linea che non si è previsto di elettrificare per l'eccessivo svantaggio economico, un consumo di carbone di circa 600.000 tonn. annue. Anche questo, d'altra parte, dovrà ridursi, in seguito allo sviluppo sempre maggiore che va prendendo sulle linee secondarie, il servizio dei treni composti di automotrici a carburanti.

Non è esclusa poi la possibilità di effettuare il servizio, almeno su parte di queste linee d'interesse secondario, con combustibili nazionali, come si è in procinto di fare per le linee della Sardegna.

Come vedete, si può dire che, con il programma di trasformazione in corso nel sistema di trazione della nostra rete ferroviaria di Stato, si porterà un contributo radicale alla soluzione del problema inteso a rendere il nostro movimento ferroviario indipendente dall'estero, per quanto riguarda il consumo di carbone.

IMPIEGO DI MATERIALI ESTERI PER L'ELETTRIFICAZIONE.

Prima di chiudere queste note sull'impiego della trazione elettrica sulle ferrovie italiane, sento il bisogno di chiarire un dubbio che è stato affacciato da alcuni critici. Questi dicono infatti, che, trasformando la trazione a vapore in trazione elettrica, si risparmia bensì una parte della importazione del carbone, ma si deve aumentare la importazione del rame e di altri metalli e materiali speciali, che noi non abbiamo, e che sono necessari per le locomotive elettriche e per attrezzare le linee ferroviarie, in modo da rendere possibile la distribuzione della corrente elettrica ai treni.

Per la costruzione delle locomotive elettriche, che vengono a sostituirsi alle locomotive a vapore, si dovrebbe tener conto dei materiali ferrosi, del rame e di altri metalli, che occorre importare dall'estero. Considerando però che, anche se l'Ammini-

strazione ferroviaria non elettrificasse le sue linee, dovrebbe rinnovare, in gran parte, il suo parco locomotive a vapore, con tipi più moderni e meglio rispondenti alle attuali esigenze, si può ritenere che la costruzione delle locomotive elettriche non richieda un quantitativo di materiali di origine estera superiore a quello delle locomotive a vapore, tenendo conto anche di quanto ho già esposto, a proposito del rapporto tra i pesi delle locomotive a vapore e di quelle elettriche.

Per quanto riguarda l'attrezzatura delle linee, un calcolo può essere fatto utilizzando i dati relativi all'elettrificazione dell'importante gruppo di linee, per un complesso di Km. 1.100, che è attualmente in corso e che dovrà essere ultimato per il 28 ottobre 1939.

L'importo dei soli lavori di elettrificazione di questo gruppo di linee può valutarsi in L. 600.000.000, con una media quindi di L. 600.000 al Km.

Dal preventivo dei lavori da eseguirsi sono state ricavate le quantità dei diversi materiali che, o si debbono far venire dall'estero, o nei quali entrano materie prime di importazione, e qui di seguito le specificherò in modo riassuntivo:

Rame	Tonn.	14.000
Piombo	»	350
Stagno	»	60
Materiali ferrosi	»	65.000
Porcellana	»	3.100
Olio isolante	»	1.500
Materiali cementizi	»	52.000

Per quanto riguarda il rame, bisogna tener presente che, nella cifra di 14.000 tonn. sono comprese circa 2.000 tonn. impiegate per la costruzione di una parte delle linee primarie di trasporto dell'energia elettrica mentre per l'altra parte abbiamo già impiegato alluminio in cambio di rame. Data l'attuale disponibilità di alluminio e ritenuto che l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato possa acquistarlo a condizioni convenienti, in relazione al prezzo del rame, suppongo che, per l'avvenire, si possano costruire completamente in alluminio le linee elettriche primarie, e quindi calcolo solo un fabbisogno di 12 tonn. di rame che sarà quello da impiegarsi per le sottostazioni di trasformazione e per le linee di contatto. È però noto che sono in corso studi allo scopo di utilizzare, anche per le linee di contatto, almeno in parte, l'alluminio, e quindi il fabbisogno di rame può in avvenire essere ulteriormente ridotto.

Per l'acquisto dei materiali suindicati, ho tenuto conto dei seguenti prezzi unitari attuali, che corrispondono a normali condizioni di mercato e rappresentano *la sola parte di valuta da mandare all'estero*:

Rame	L.	4.350	la	tonn.
Piombo	»	1.450	»	»
Stagno	»	1.900	»	»
Materiali ferrosi	»	350	»	»
Porcellana	»	350	»	»
Olio isolante	»	2.000	»	»
Materiali cementizi	»	30	»	»

Per quanto riguarda i materiali ferrosi, il prezzo unitario di L. 350 è stato calcolato in base al costo dei rottami e del carbone necessario per la loro trasformazione. Analogamente, il prezzo della porcellana è stato valutato in base al costo delle materie prime di origine estera da impiegare per ottenere il prodotto commerciale. Infine il prezzo dei materiali cementizi rappresenta il solo costo del carbone necessario per il trattamento dei materiali di origine nazionale, pur ammettendo che non possano per ora usarsi carboni nazionali.

Applicando i prezzi alle quantità di materiali, abbiamo i seguenti importi:

Rame	12.000 × 4.350 =	milioni	52
Piombo	350 × 1.450 =	»	0,5
Stagno	60 × 1.900 =	»	0,1
Materiali ferrosi	65.000 × 350 =	»	22,8
Porcellana	3.100 × 350 =	»	1,1
Olio isolante	1.500 × 2.000 =	»	3,0
Materiali cementizi	52.000 × 30 =	»	0,8
		TOTALE milioni	80,3

Riferendo questo totale ai chilometri di linea in corso di elettrificazione, avremo una spesa per Km. di linea di L. *73.000*.

Questo è dunque l'onere che la Nazione deve sostenere per importare dall'estero i materiali occorrenti alla elettrificazione delle linee considerate.

A quest'onere, da sostenersi una volta tanto, dovrebbe aggiungersi anche quello relativo ai ricambi successivi degli stessi materiali. Tali ricambi, però dati i ricuperi, richiedono in pratica una così piccola quantità di materiali di nuovo acquisto, che il relativo onere può assolutamente trascurarsi.

Di fronte al detto onere sta il risparmio annuale di carbone, il quale, per il gruppo di linee che consideriamo, è stato valutato, come sopra si è detto, in 350.000 tonn. (pari a circa *318* tonn. per Km. di linea). Nelle condizioni attuali del mercato, per acquistare e trasportare il carbone occorre inviare all'estero circa 130 lire italiane per tonn. e perciò il quantitativo annuale di valuta estera che si risparmierà sarà di L. *45.500.000* (pari a L. *41.360* per Km. di linea). Come si vede, tale risparmio permette di compensare in circa due anni l'onere di acquisto all'estero che la Nazione sopporta per i lavori di elettrificazione di questo gruppo di linee.

Se ora si dovesse ripetere il calcolo per altri gruppi di linee, che avessero però un traffico molto inferiore a quello del gruppo di 1.100 Km. che abbiamo finora considerato, come sarebbe per esempio il gruppo di 8.000 Km. di linee che sono state lasciate fuori dal programma generale di elettrificazione della Rete, troveremo che l'onere da sostenersi per l'impianto della trazione elettrica, per quanto inferiore a quello già calcolato pel primo gruppo di linee, non potrà scendere molto al disotto del valore suindicato di L. 73.000 a Km. Viceversa, siccome le linee da considerarsi sono a traffico molto scarso, il risparmio che la loro elettrificazione potrebbe dare, per l'eliminazione del carbone, scenderebbe molto al disotto della cifra di 41.000 lire che è stata calcolata per il primo gruppo di linee.

In conclusione possiamo dire che, mentre l'elettrificazione delle linee a forte traffico presenta un vantaggio molto sensibile, dal punto di vista autarchico, questo van-

taggio, pur restando anche per le linee a scarso traffico, viene ad avere però una minore importanza, mentre per queste ultime linee, da un punto di vista generale, manca, come ho già detto, la convenienza economica di sostituire la trazione a vapore con quella elettrica.

Conclusione

Con quanto vi ho esposto voglio sperare di aver dimostrato come le Ferrovie dello Stato abbiano giustamente apprezzato il grande valore che ha, per la nostra autarchia, la elettrificazione ferroviaria, e come esse procurino di poterne far godere al Paese i benefici effetti, al più presto possibile, e fino ai limiti ragionevolmente raggiungibili.

Ma, come voi tutti avrete potuto constatare, viaggiando sulle nostre linee, le ferrovie hanno cercato e cercano di migliorare sempre più, anche in ogni altro campo, la loro attrezzatura di importanza così essenziale per la vita della Nazione sotto tutti i punti di vista. E avrete potuto notare quanto sia stato profondo il rinnovamento del servizio ferroviario ed i suoi rapidissimi progressi che pongono già la nostra rete alla pari delle reti più progredite del mondo.

Questi progressi, che non rappresentano la meta finale perchè il miglioramento deve essere, e sarà, continuo, si sono potuti ottenere mercè il valore tecnico di una scelta schiera di ingegneri, che l'Amministrazione ha la fortuna di possedere nei suoi quadri, e mercè la dedizione completa ed il diligente interessamento di tutto il personale di ogni categoria e di ogni grado. Tutti curano, con assiduo lavoro giornaliero e con vero entusiasmo, il continuo perfezionamento di questo complesso e delicato organismo che sono diventate le Ferrovie.

E perciò, mentre ringrazio Voi per la vostra cortese attenzione, mi permetto di mandare qui, da questa importante riunione, il mio plauso al personale delle Ferrovie dello Stato, sicuro di interpretare anche il Vostro pensiero.

Le nuove elettrificazioni delle Ferrovie dello Stato.

La rete elettrificata delle Ferrovie dello Stato è venuta ad accrescersi, con l'inizio dell'anno XVII, di altri 808 Km. passando così da Km. 3.945 a Km. 4.753.

Le linee di nuova elettrificazione entrate in esercizio sono:

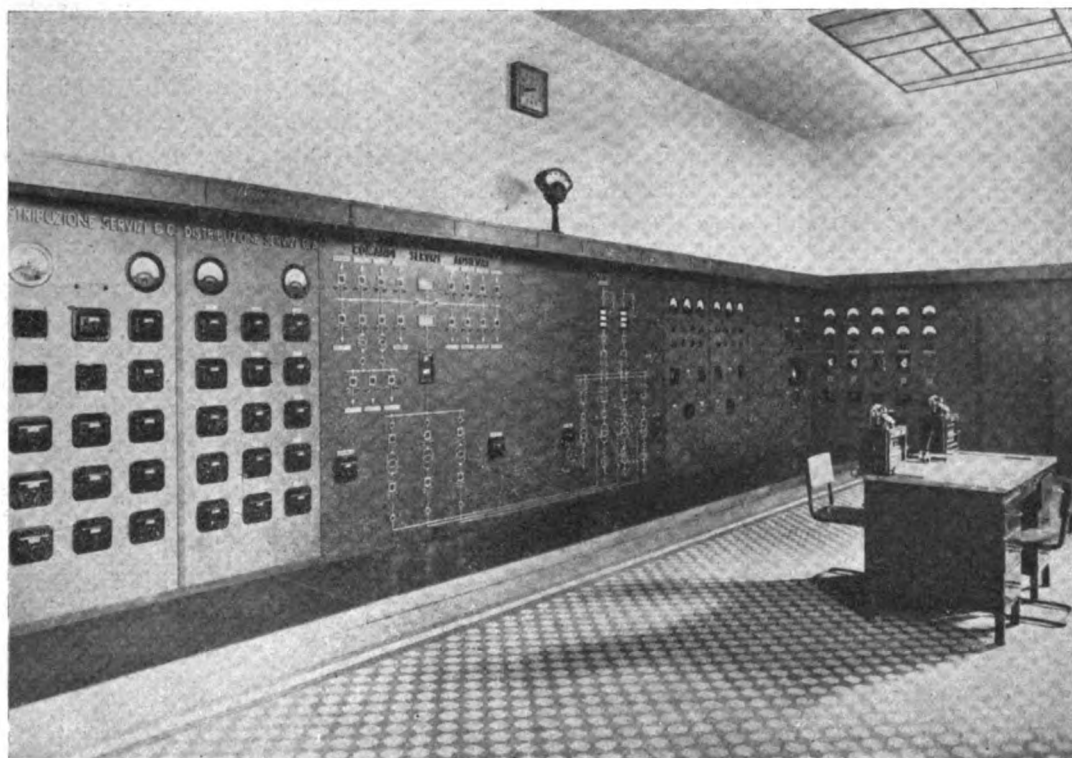
Linea		
Roma-Livorno	Km.	316
Pontegaleria-Fiumicino	»	11
Milano-Bologna	»	219
Fidenza-Salsomaggiore	»	10
Fidenza-Fornovo	»	25
Fornovo-Parma	»	23
Bologna-Ancona	»	204
TOTALE	Km.	808

Il giorno 12 sono stati inaugurati la Roma-Livorno ed il tronco Ponte Galeria-Fiumicino; complessivamente Km. 327, dei quali 316 a doppio binario ed 11 a semplice binario.

Domenica 13 la Milano-Bologna-Ancona ed i tronchi Fidenza-Salsomaggiore e Fidenza-Fornovo-Parma della lunghezza di Km. 481, dei quali 423 a doppio binario e 58 a semplice binario.

Linea primaria 130 Kilowolt

Per la prima linea si è dovuto costruire:

una rete primaria, di trasporto dell'energia elettrica, dello sviluppo di Km. 528 di terna a 135 chilovolt;

Sala quadro di una sottostazione

nove sottostazioni di trasformazione e conversione della potenza normale di 18.000 chilowatt e massima di 54.000 chilowatt nonchè 14 fabbricati per ospitare 112 famiglie del personale addetto all'esercizio;

794 chilometri di condutture di contatto;

336 chilometri di cavo telegrafonico avente 9072 chilometri di coppie di conduttori.

Per la seconda linea si è dovuto costruire:

una rete primaria di trasporto dell'energia elettrica con sviluppo di terna a 135 chilovolt di Km. 1.042;

undici sottostazioni di trasformazione e conversione della potenza normale di 22.000 chilowatt e massima di 66.000 chilowatt nonchè 22 fabbricati alloggi per ospitare 196 famiglie del personale addetto all'esercizio;

1.461 chilometri di condutture di contatto;

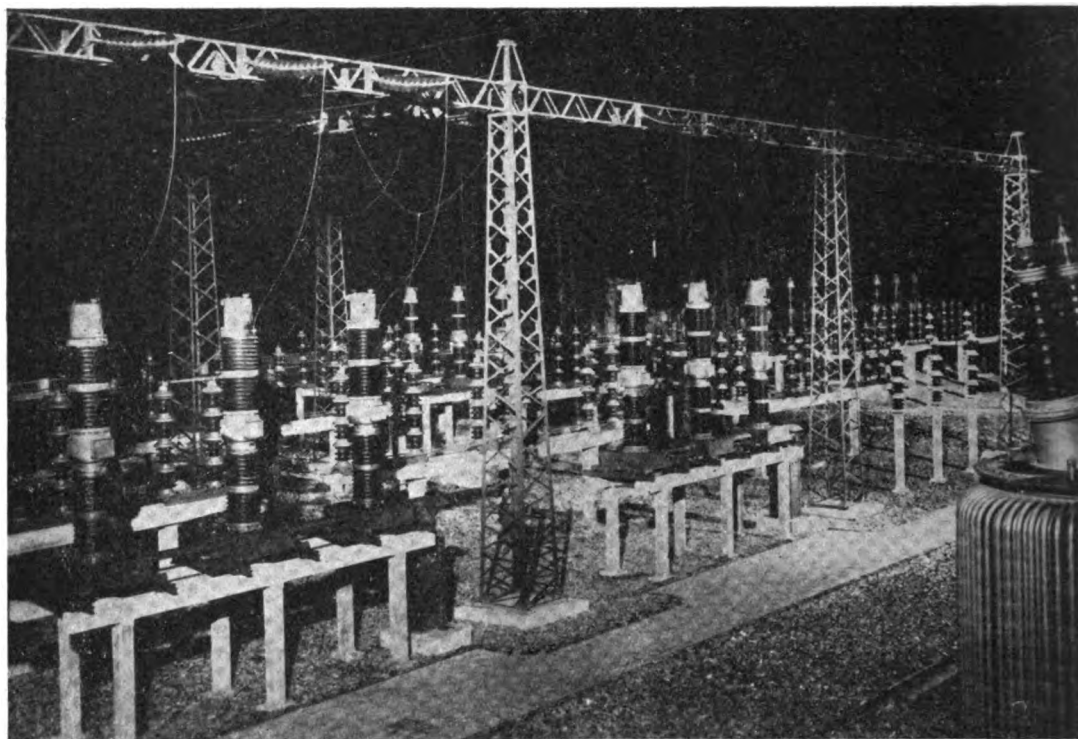
500 chilometri di cavo telegrafonico avente 13.500 chilometri di coppie di conduttori.

Alle linee precedenti è da aggiungere la trasformazione da trifase in continua della elettrificazione del tronco Livorno Viareggio (Km. 40), per la quale è stata costruita la nuova sottostazione di Viareggio e due fabbricati per alloggiare 16 famiglie.

Imponente per estensione e potenzialità di trasporto è stata la rete primaria di distribuzione dell'energia che si è dovuta costruire.

Essa è lunga infatti 1500 Km. di terna per la tensione di esercizio di 135.000 Volt e la sua importanza trascende fini strettamente ferroviari per assurgere a mezzo di allacciamento di cinque grossi organismi elettrici quali: la Società *Edison*, la Società *Cisalpina*, la Società *Adriatica*, la Società *Terni*, ed infine la nuova ed importantissima Centrale geotermica di *Larderello*. Per realizzare questa rete di trasporto si sono impiegati 6129 pali, 330.000 isolatori e circa 4700 Km. di conduttore

Le Ferrovie dello Stato oggi possegono ed esercitano una rete di trasporto ad alta tensione che è tra le più estese d'Italia (Km. 8000).

Tutte le nuove elettrificazioni sono a corrente continua, con tensione di 3200 Volt alla conduttura di contatto. Per convertire l'energia trifase addotta dalle condutture primarie ad altissima tensione in corrente continua a 3200 Volt si sono dovute costruire 21 sottostazioni ubicate nelle stazioni scelte in relazione alle esigenze dell'alimentazione delle condutture di contatto ed alle esigenze del servizio ferroviario in genere.

Reparto Kilovolt di una sottostazione

Per dette sottostazioni si sono dovuti costruire 44 fabbricati industriali, 21 dei quali destinati ad accogliere i macchinari di conversione e 23 servizi accessori. Complessivamente questi fabbricati hanno una cubatura di mc. 161.000. In aggiunta ad essi si sono fatti sorgere anche 37 fabbricati per alloggio del personale, i quali hanno una cubatura di 263.000 mc.

Le sottostazioni sono tutte corredate da ampi piazzali sui quali sono stati installati sia i trasformatori che alimentano i cilindri raddrizzatori sia, ove necessario, anche i trasformatori di grossa potenza per il collegamento fra le reti a diversa tensione.

In ognuna delle 21 sottostazioni sono impiantati due cilindri raddrizzatori ciascuno della potenza normale di 2000 chilowatt ed una potenza massima di circa 6000 KW.

Quindi complessivamente la potenza normale installata è di 84.000 KW.; ma con i sovraccarichi ammissibili la potenza può spingersi sino a 245.000 KW.

In ciascuna di dette sottostazioni è tutto predisposto per l'inserzione di sottostazioni ambulanti alle quali è affidato il compito del servizio di riserva in caso di guasti o di revisione di uno dei cilindri fissi installati in ciascuna sottostazione fissa. Con tale provvedimento il macchinario impiantato è ridotto a quello strettamente indispensabile per l'esercizio.

Lo sviluppo dei binari che complessivamente si sono dovuti elettrificare per le nuove linee è di 2125 Km. Si sono inoltre posati 836 chilometri di cavo telegrafonico con uno sviluppo di

km. 22.600 di coppie di conduttori ed impiantate nove linee telefoniche aeree con circa 100 chilometri di coppie.

Le poche cifre comunicate danno un'idea riassuntiva di quanto è stato compiuto nel campo degli impianti fissi di elettrificazione delle Ferrovie dello Stato nel breve ciclo di 18 mesi.

Le nuove elettrificazioni costituiscono una parte importante del lavoro che le Ferrovie dello Stato hanno procurato alle maestranze nazionali nei cantieri e nelle officine per nuove opere nell'anno XVI e per ordinazioni di nuovo materiale mobile. Si tratta di un complesso imponente di circa 35 milioni di giornate di mano d'opera.

Con le nuove elettrificazioni si risparmieranno annualmente circa 300.000 tonnellate di carbone. In totale all'inizio dell'anno XVII la trazione elettrica fa risparmiare annualmente alle Ferrovie dello Stato 1.600.000 tonnellate di combustibile.

Programma della Reichsbahn per il potenziamento delle sue nuove linee (ex austriache).

In conseguenza dell'annessione dell'Austria alla Germania, la lunghezza delle linee ferroviarie esercite dalla Ferrovia germanica del Reich si è accresciuta di circa 5930 chilometri, così che aggiungendo a queste anche le linee di alcune ferrovie d'interesse locale, la lunghezza complessiva della rete della Ferrovia del Reich raggiunge quasi i 61.000 chilometri di linee.

La densità della rete è di km. 11,6 per 100 chilometri quadrati nel territorio del vecchio Reich ed essa supera alquanto quella di circa 7 km. nel territorio austriaco. Più del 75 % delle linee austriache sono a semplice binario, mentre in Germania ve ne sono soltanto nella proporzione di circa il 58 %.

In previsione del forte aumento che si avrà, in conseguenza dell'annessione dell'Austria, sia nel traffico viaggiatori che in quello delle merci, la Ferrovia del Reich ha progettato di trasformare a doppio binario una serie di importanti linee sul territorio austriaco, nonchè di trasformare in scartamento normale le linee a scartamento ridotto delle ex Ferrovie federali austriache.

Data poi la diversa proporzione esistente nei rispettivi parchi di materiale rotabile fra la quantità delle carrozze viaggiatori e quella dei carri merci (nella rete germanica 1 : 10, nella rete austriaca appena 1 : 6) si rende necessario di provvedere ad un completamento del parco dei carri merci per la rete austriaca, e ciò specialmente nei riguardi dell'inserzione dell'Austria nel ritmo del piano quadrienale germanico. All'uopo è già stata aggiudicata a ditte costruttrici austriache la fornitura di carri per la somma di 30 milioni di marchi.

Sono altresì necessari rilevanti investimenti di capitali per la trasformazione e l'adattamento del sistema ferroviario austriaco a quello germanico, ed anzitutto per la introduzione sulle linee austriache a doppio binario del sistema di circolazione sul binario di destra in uso sulla rete germanica, per la trasformazione del sistema di frenatura e per il rafforzamento delle linee e dei ponti, allo scopo di adeguarli al maggior peso per asse ammesso sulle linee germaniche ed alle maggiori velocità alle quali circolano le automotrici rapide.

Sarà inoltre provveduto ad una trasformazione del sistema ferroviario della ex capitale austriaca, con la costruzione di una grande stazione centrale in corrispondenza al vasto terreno situato fra le attuali stazioni Sud ed Est. — L. P.

Impianto di sabbiatura per carrozze e per carri-serbatoio

Dott. Ing. P. PERFUMO, per incarico del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

(*Vedi Tav. VII fuori testo*)

Riassunto. — **Vengono fatte alcune premesse circa gli inconvenienti maggiori del sistema di sabbiatura sopratutto riguardo alla formazione della polvere. Viene quindi descritto l'impianto, che è stato recentemente installato nell'Officina Ferroviaria di Bologna, per la sabbiatura all'interno dei carri-serbatoio ed all'esterno delle carrozze e le cui caratteristiche sono state studiate tenendo presenti particolarmente gli inconvenienti.**

La sabbiatura si usa come operazione preliminare nella ricoloritura delle carrozze, qualora essa debba essere rinnovata a fondo e necessita nella riparazione dei carri-serbatoio per trasporto acqua, allorchè si debba procedere alla zincatura inerna dei serbatoi stessi.

L'operazione viene generalmente praticata con sabbiatrici del tipo in uso anche nelle fonderie. Esse, come è noto, sono costituite da un serbatoio cilindrico, della capacità di circa 200-300 l., con coperchio mobile; detto cilindro viene riempito con sabbia di qualità appropriata e sottoposto ad una pressione d'aria di circa Kg. 6; dal fondo del cilindro, sagomato ad imbuto, parte un tubo di gomma, del diametro interno di circa mm. 40, nel quale fluisce, attraverso una saracinesca regolabile, una miscela di sabbia e di aria compressa, che sfugge, con getto violento, da un ugello terminale di ghisa duro. Le caratteristiche della sabbia debbono essere tali da garantire una completa asportazione dalla lamiera d'ogni materia eterogenea e della ruggine.

La sabbia di nuova fornitura deve essere scevra da polvere e formata con granelli a spigoli vivi, paragonabili a cubetti aventi al massimo mm. 3 di spigolo, deve possedere particolare durezza, per resistere il più possibile alla polverizzazione e quindi essere di natura quarzosa, deve inoltre, nell'inevitabile frantumazione, produrre granelli minori, sempre a spigoli vivi, che possono essere convenientemente riutilizzati. Al riguardo è da notare che, per ottenere una perfetta eliminazione della ruggine, si dimostra più efficace la sabbia già usata e vagliata, che presenta, misti a quelli di dimensioni normali, altri granelli di dimensioni minori, atti appunto ad un'azione abrasiva più blanda, ma più intima.

Uno degli inconvenienti maggiori nell'uso della sabbia è dovuto alla formazione di polvere, inevitabile anche quando si abbia avuto cura di eliminare in precedenza tutta la polvere preesistente. Detta polvere è dovuta in parte allo sminuzzamento delle incrostazioni della lamiera, ma sopratutto alla parziale, minuta frantumazione della sabbia, al momento dell'urto. Il violento getto d'aria compressa mista a sabbia provoca la diffusione della polvere nell'ambiente circostante, a scapito della visibilità e della possibilità di respirazione.

Come sabbia, anzichè graniglia di quarzo, può essere usata la cosidetta graniglia di acciaio, costituita da granelli metallici sferoidali a diametro più o meno ridotto. I granelli di acciaio sono meno frantumabili di quelli di quarzo e producono pertanto, nell'operazione di sabbiatura, pressochè solo la polvere che si stacca dalle lamiere da dirugginire o da sverniciare. Tuttavia, per il maggior costo della sabbia di acciaio e per la sua minore abrasività, l'Amministrazione ferroviaria ha preferito le graniglie quarzose.

Data la diffusione di polvere che si verifica usando graniglia quarzosa, soluzione ideale sarebbe quella di poter creare nelle immediate vicinanze del getto una aspirazione talmente energica, da richiamare tutta la polvere prodotta; ma essa non è realizzabile, qualora si debba seguire il sistema di tenere il veicolo o l'oggetto da sabbiare fermo, facendo spostare l'operaio, come appunto avviene per l'interno dei serbatoi.

In questo caso, la soluzione più adatta appare quella di creare una forte aspirazione d'aria da una bocca del serbatoio, con rientrata conseguente d'aria da altra bocca, situata possibilmente in direzione opposta alla prima, in modo da poter sottoporre la maggior parte possibile dell'interno del serbatoio all'azione della corrente d'aria.

Fig. 1. — Elettroaspiratore - Elevazione

Nell'Officina Ferroviaria di Bologna è stato recentemente sistemato un impianto per la sabbiatura dell'interno dei carri-serbatoio e delle pareti esterne delle carrozze a cassa metallica ed eventualmente di altre parti ed accessori delle carrozze stesse, rispondente alle considerazioni suesposte.

Per l'aspirazione della polvere prodotta durante la sabbiatura, è stato installato (fig. 1 e 2) un elettro-aspiratore centrifugo, direttamente accoppiato al motore, della potenza di HP 14. Tra le bocche d'aspirazione ed il gruppo è inserito un filtro a scuotimento meccanico, costituito da 8 tubi filtranti in tessuto felpato, ciascuno dei quali viene successivamente sottoposto all'azione d'uno scuotitore meccanico, azionato da un motorino elettrico della potenza di HP 2. I filtri sono racchiusi in una cassa, terminante inferiormente in una tramoggia di raccolta della polvere, con coclea e scaricatore.

Il filtraggio dell'aria ha lo scopo di epurarla, prima che essa venga espulsa nell'atmosfera da un apposito camino.

Il materiale è stato fornito dalla Ditta « Aeromeccanica Marelli ». Allo scopo di evitare l'intasamento dei filtri, gli interruttori dei motori elettrici sono disposti in modo, che non è possibile mettere, o lasciare in funzione il motore dell'aspiratore, se non è in funzione il motorino dello scuotitore meccanico.

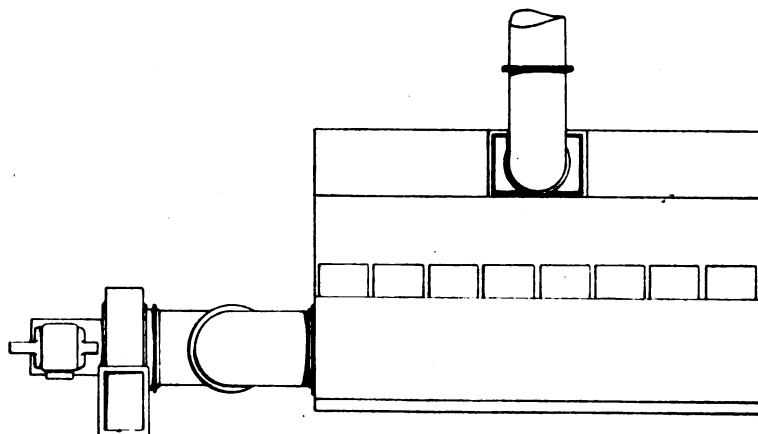



FIG. 2.
Elettroaspiratore
Pianta

La tubazione d'aspirazione (Tav. VII), del diametro di mm. 400, si suddivide, a monte della batteria di filtri, in 4 rami: tre di essi corrono paralleli al disopra della platea del locale della sabbiatura, il quale è completamente isolato, mediante muri divisori, dagli ambienti vicini.

Di tali tre rami ,due, adiacenti alle pareti, fanno parte dell'impianto di sabbiatura delle carrozze, mentre il terzo, centrale, serve all'aspirazione della polvere dall'interno dei carri-serbatoio durante la loro sabbiatura e termina all'estremità con tratto verticale, allungabile a telescopio, in modo da poter essere avvicinato alla bocca del serbatoio; un'adatta appendice di tela impermeabile è applicata all'estremità del tratto stesso, foggiata in guisa da poter abbracciare la flangia della bocca suddetta e da costituire così una sufficiente tenuta.

Il quarto ramo si biforca in altre due tubazioni, facenti capo a due bocche di aspirazione situate al disopra di due binari adiacenti al locale della sabbiatura e predisposti per la zincatura dei carri-serbatoio; il tratto terminale di ogni tubazione è verticale ed allungabile come sopra.

L'intenso rinnovamento dell'aria, che, con l'aspirazione come sopra praticata si ottiene nell'interno del serbatoio, non è tuttavia sufficiente a mantenervi l'aria respirabile, mentre le condizioni di visibilità si mantengono tali, da permettere la sabbiatura con l'ausilio di una lampadina portatile protetta dall'urto dei granelli di sabbia per mezzo di opportuna museruola di rete metallica e tenuta dall'operaio a breve distanza dalla zona da sabbiare.

L'operaio è protetto da un casco di lamierino d'alluminio munito anteriormente di una finestra con vetro facilmente ricambiabile, onde ovviare all'opacatura, che lo urto della sabbia produce con frequenza sulla faccia esterna dei vetri. La faccia interna del vetro soggetta invece ad opacarsi per la respirazione dell'operaio, può essere facilmente ripulita con un piccolo tergicristallo applicato al casco e manovra-

bile a volontà. Un tubo di gomma, innestato alla parte posteriore del casco stesso, vi adduce una piccola quantità d'aria compressa, regolabile con apposita valvolina;

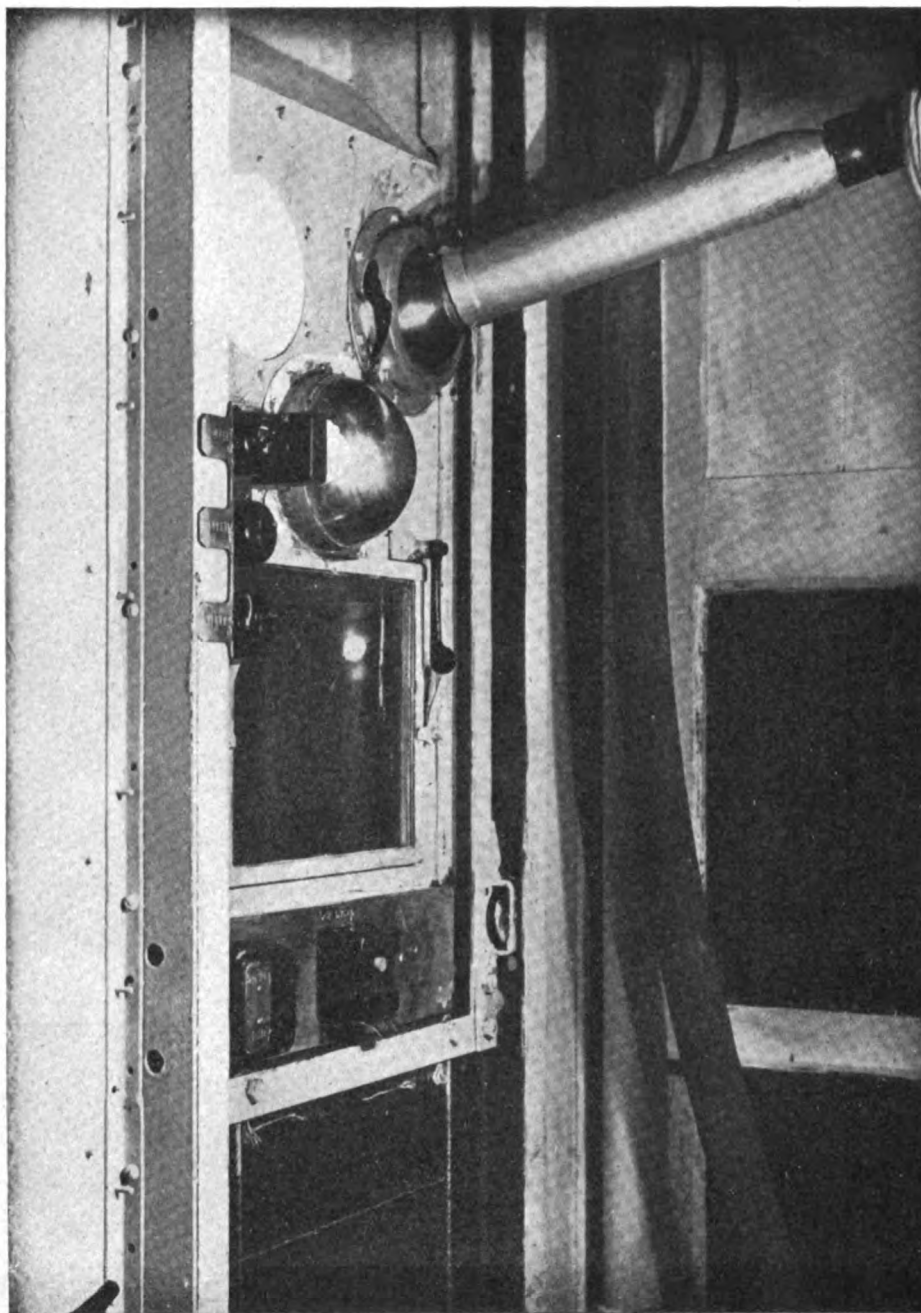



FIG. 3. — Banco mobile - Particolari

detta aria, che serve ad alimentare la respirazione, crea inoltre, nell'interno del casco, una lieve sovrapressione, che impedisce l'infiltrazione di polvere; superiormente il casco presenta dei fori a luce regolabile, per la sfuggita e per il rinnovamento dell'aria; una falda di tela impermeabile, colla quale termina inferiormente il casco, può esser chiusa intorno al collo dell'operaio, che è inoltre protetto da una speciale

combinazione di tela impermeabile e da scarpe con gambali dello stesso materiale. Si ottengono così condizioni sufficenti di visibilità e di respirazione, per una buona e prolungata esecuzione del lavoro.

La sabbia di risulta viene espulsa ad intermittenze dal foro inferiore di scarico del serbatoio, raccolta sulla platea del locale e ricuperata col sistema che verrà descritto in appresso.

Ultimata la sabbiatura, il carro-serbatoio deve essere al più presto sottoposto all'operazione di zincatura che riesce tanto più facilmente e con buon esito, quanto più le parti da zincare sono rimaste inalterate, dopo la sabbiatura.

Per la sabbiatura delle carrozze, a differenza di quanto è stato innanzi descritto per i carri-serbatoio, il posto dell'operatore è sempre fisso in corrispondenza delle due fiancate esterne della carrozza, le quali costituiscono la gran parte delle superfici da sabbiare e si fa avanzare opportunamente la carrozza durante la sabbiatura.

A tale scopo, all'estremità del locale di sabbiatura (Tav. VII), è stato installato un verricello, azionato da motorino elettrico di HP 2, con doppia riduzione costituita da due gruppi vite senza fine-ruota elicoidale; il verricello, mediante apposita fune, imprime alla carrozza un avanzamento di otto cm./1'. A metà lunghezza del locale, sono disposti, lateralmente, due posti di sabbiatura. Ciascuno di essi è costituito da una cabina, di altezza adeguata, ubicata in modo che la sua parete anteriore sia a distanza di circa cm. 40 dal fianco della carrozza.

La cabina, in corrispondenza di detta parete, porta un banco mobile (fig. 3), al quale può essere impresso un movimento verticale alternato, d'ampiezza corrispondente all'altezza della parete da sabbiare, e cioè di m. 3. Per realizzare tale movimento, essendo esso intermittente ed alternato, si è dovuto evitare l'uso di un motore elettrico e si è installato nell'interno di ciascuna cabina un servomotore ad aria compressa, costituito da due cilindri abbinati, funzionanti in parallelo con due stantuffi tuffanti (fig. 4). Poichè il valore elevato dell'ampiezza della corsa non avrebbe permesso di contenere l'apparecchio nello spazio disponibile, si è applicato un paranco ad una puleggia con un cavo di rinvio, che trasmette il moto al banco; la corsa degli stantuffi resta così ridotta a metà valore. L'aria compressa è introdotta nei cilindri e scaricata a mezzo di un relais elettropneumatico del tipo usato sui locomotori.

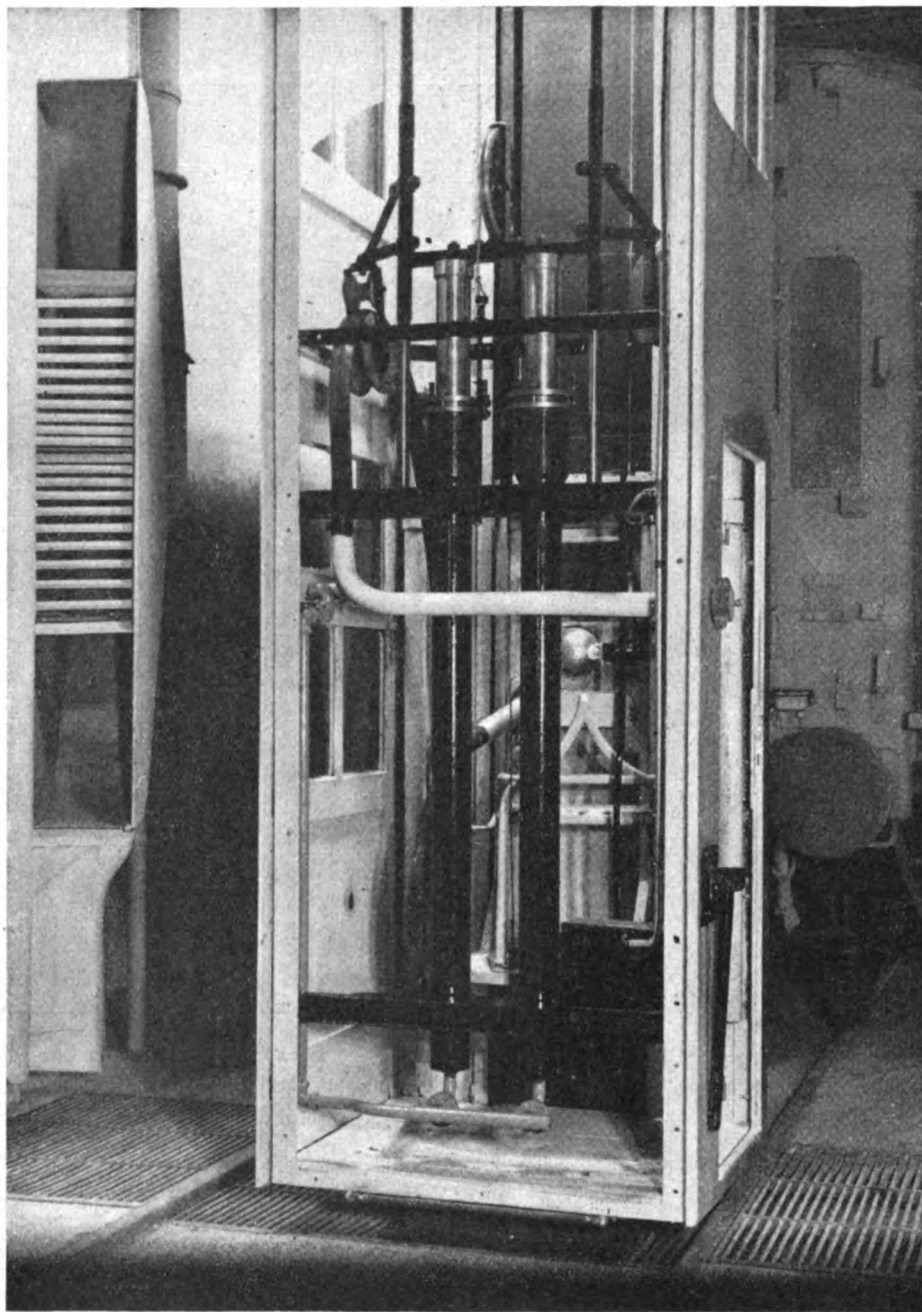
Il banco (fig. 3) è provvisto anteriormente, nel piano della parete della cabina, di un pannello in lamiera, avente i seguenti accessori:

una feritoia, protetta da vetro di adeguato spessore, facilmente ricambiabile, essendo esso soggetto ad opacarsi per l'azione della sabbia; onde ridurre tale inconveniente, detto vetro è a sua volta protetto da una rete esterna;

una lampadina, che illumina la zona circoscritta da sabbiare attraverso una lente, protetta da rete esterna;

un tubo terminale in ferro, che adduce la sabbia; esso passa attraverso il pannello e vi è sostenuto da una bussola cilindrica a scorrimento e da uno snodo sferico, in modo che ad esso possono essere impressi movimenti d'avanzamento in senso normale alla parete da sabbiare e possono inoltre essere date direzioni varie.

Il pannello scorre verticalmente in apposite guide, fissate alla parete anteriore della cabina; quest'ultima presenta quindi, su detta parete, una apertura estesa a

tutta la sua altezza tale da permettere al banco il movimento verticale. Detta apertura è coperta da un diaframma di tela impermeabile, scorrevole, cosicchè l'ambiente della cabina è mantenuto immune dalla polvere.

F.G. 4. — Apparecchio di sollevamento

Al banco è inoltre collegato un seggiolino, sul quale prende posto l'operatore. Questi, unitamente all'ugello, ha pertanto un movimento verticale di lavoro, mentre la carrozza ha un movimento continuo d'avanzamento; egli è così separato dall'am-

biente della sabbiatura e può lavorare senza casco, osservando la zona da sabbiare attraverso il vetro.

Una valvola d'interdizione (fig. 5), inserita sul tubo di adduzione della sabbia, è comandata da un piccolo servomotore ad aria compressa, messo a sua volta in azione da un relai elettropneumatico. L'operaio può quindi interrompere il getto di

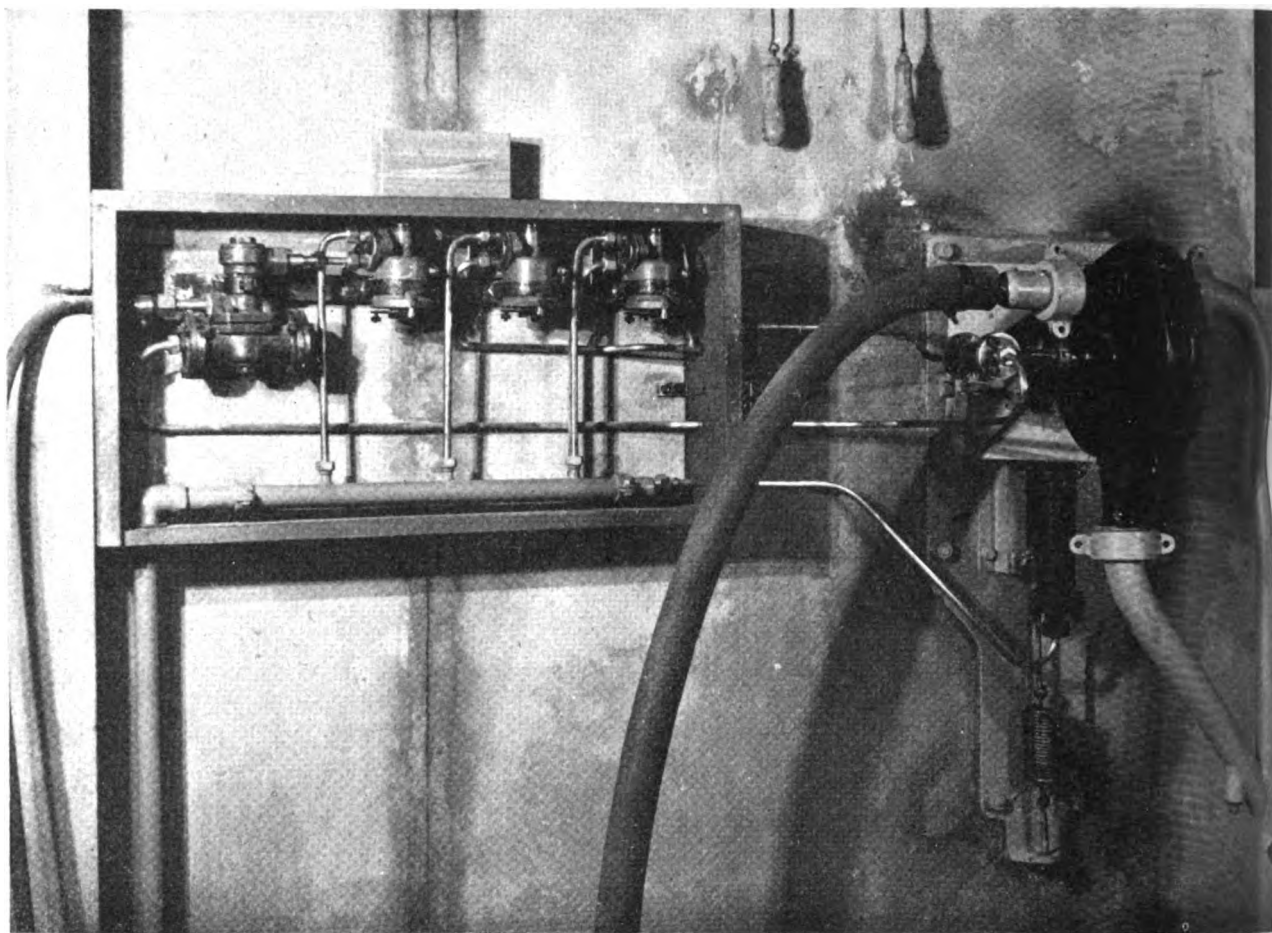



FIG. 5. — Relais vari di comando e valvola d'interdizione della sabbia

sabbia nelle posizioni estreme ed in corrispondenza dei vani delle finestre, o di altre parti, che non debbano essere assoggettate a sabbiatura.

Il banco è inoltre provvisto dei seguenti interruttori elettrici (fig. 3):

un interruttore di comando del teleruttore del motore che aziona il verricello;

un interruttore del relai di comando del movimento del banco stesso;

un interruttore per arrestare eventualmente il banco in una posizione intermedia qualsiasi;

un interruttore del relai di comando della valvola d'interdizione già ricordata, inserita sul tubo di adduzione della sabbia.

L'ugello, nella posizione che l'esperienza dimostra più efficace, deve essere tenuto ad una distanza variabile da cm. 10 a 15 dalla parete da sabbiare; deve essere inol-

tre mantenuto con un angolo, nel piano orizzontale, di circa 20° rispetto alla normale alla superficie da sabbiare. La sabbia e la polvere hanno pertanto tendenza a sfuggire inizialmente verso una unica direzione, quasi tangenziale alla parete della car-

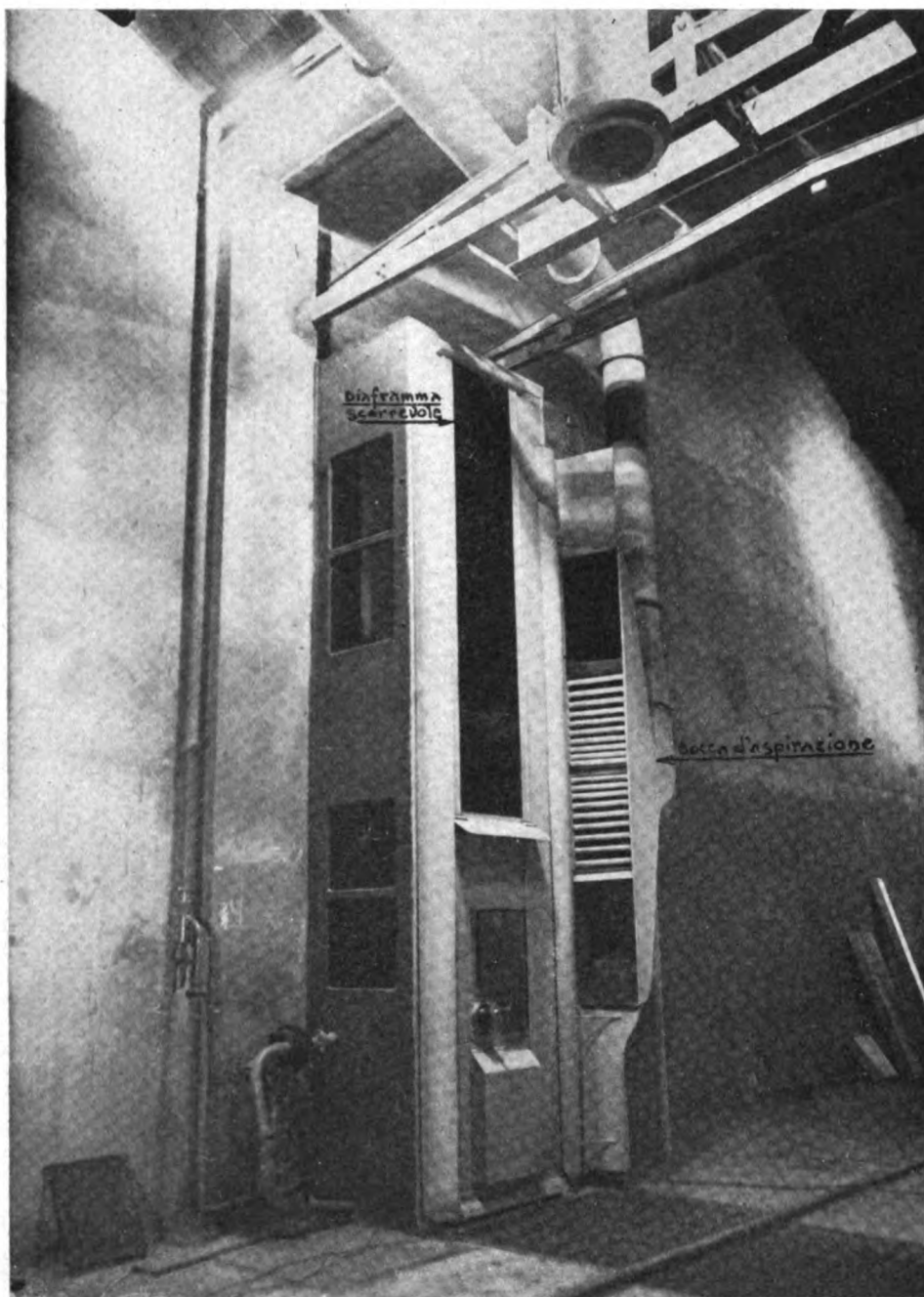



FIG 6. — Esterno di una cabina con bocca d'aspirazione della polvere

rozza; la diffusione della polvere può essere quindi tanto più contenuta, quanto più vicino al punto della sua formazione venga ubicato un mezzo d'aspirazione.

Questo è costituito, per ogni posto di sabbiatura (fig. 6 e Tav. VII), da un imbuto in lamierino, a bocca rettangolare di limitata larghezza ed alta quanto la cassa della

carrozza; detta bocca è rivolta verso l'ugello a brevissima distanza da esso e sfiora la parete della carrozza, in modo da raccogliere tutto il materiale di risulta del getto. Essendo ogni bocca collegata ad una delle due tubazioni d'aspirazione già descritte,

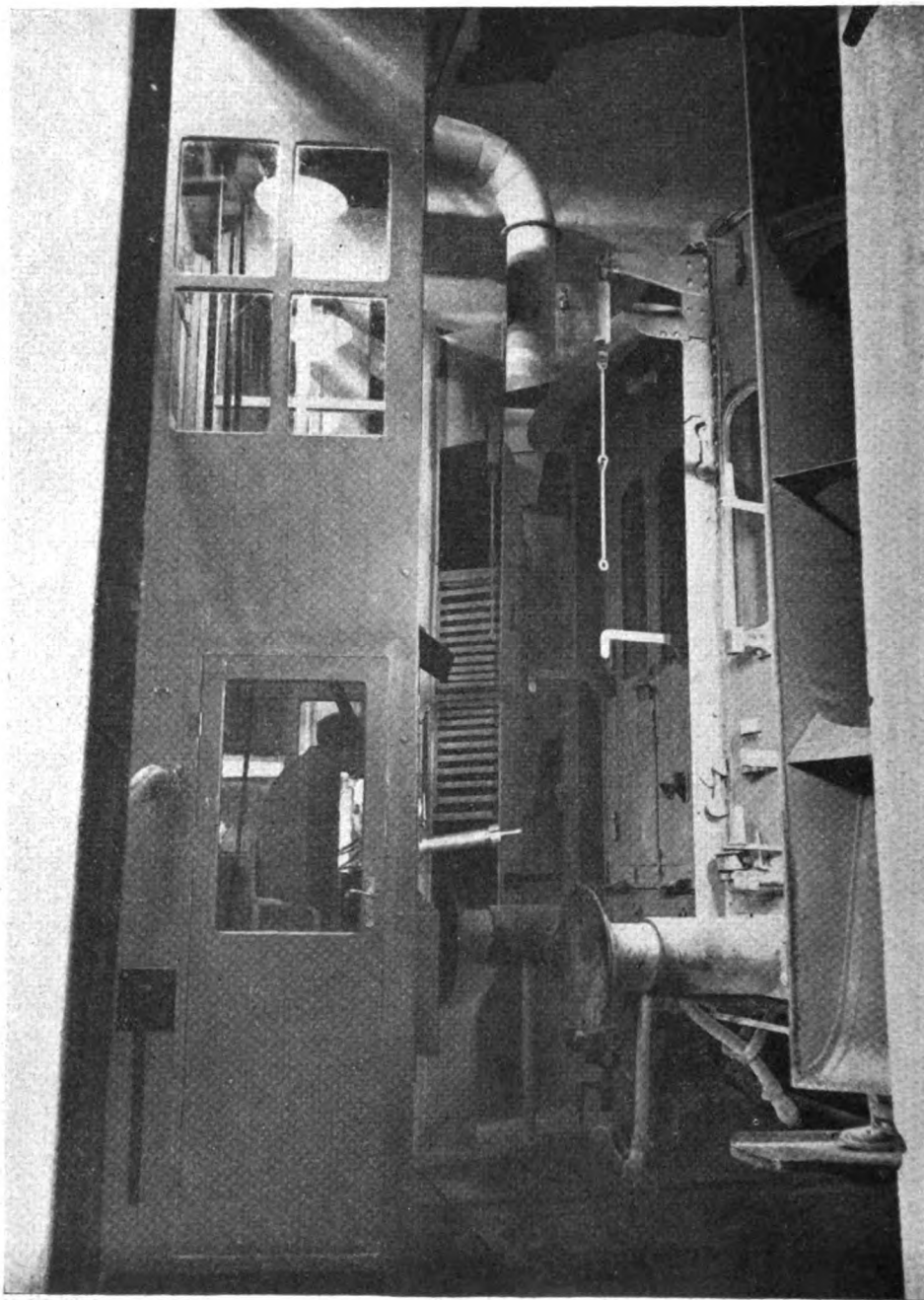



FIG. 7. — Sabbiatura di una testata di una carrozza

la polvere volatile viene aspirata, mentre quella pesante, col residuo di sabbia, cade sul fondo della bocca foggiato a piano inclinato e quindi sulla platea.

Per la sabbiatura delle due testate della carrozza, si è invece resa mobile la cabina dell'operatore (Tav. VII). Essa è sospesa ad un telaio per mezzo di un perno, ri-

spetto al quale può quindi ruotare liberamente. Il telaio a sua volta può scorrere, a guisa di carrello, trasversalmente al binario, su due travi portanti murate a conveniente altezza. Solidale ad esse è fissata una cremagliera, sulla quale ingrana un rocchetto dentato, azionato da un motorino elettrico della potenza di HP 0,35, installato sul carrello. La cabina viene disposta nel verso opportuno, mediante una rota-

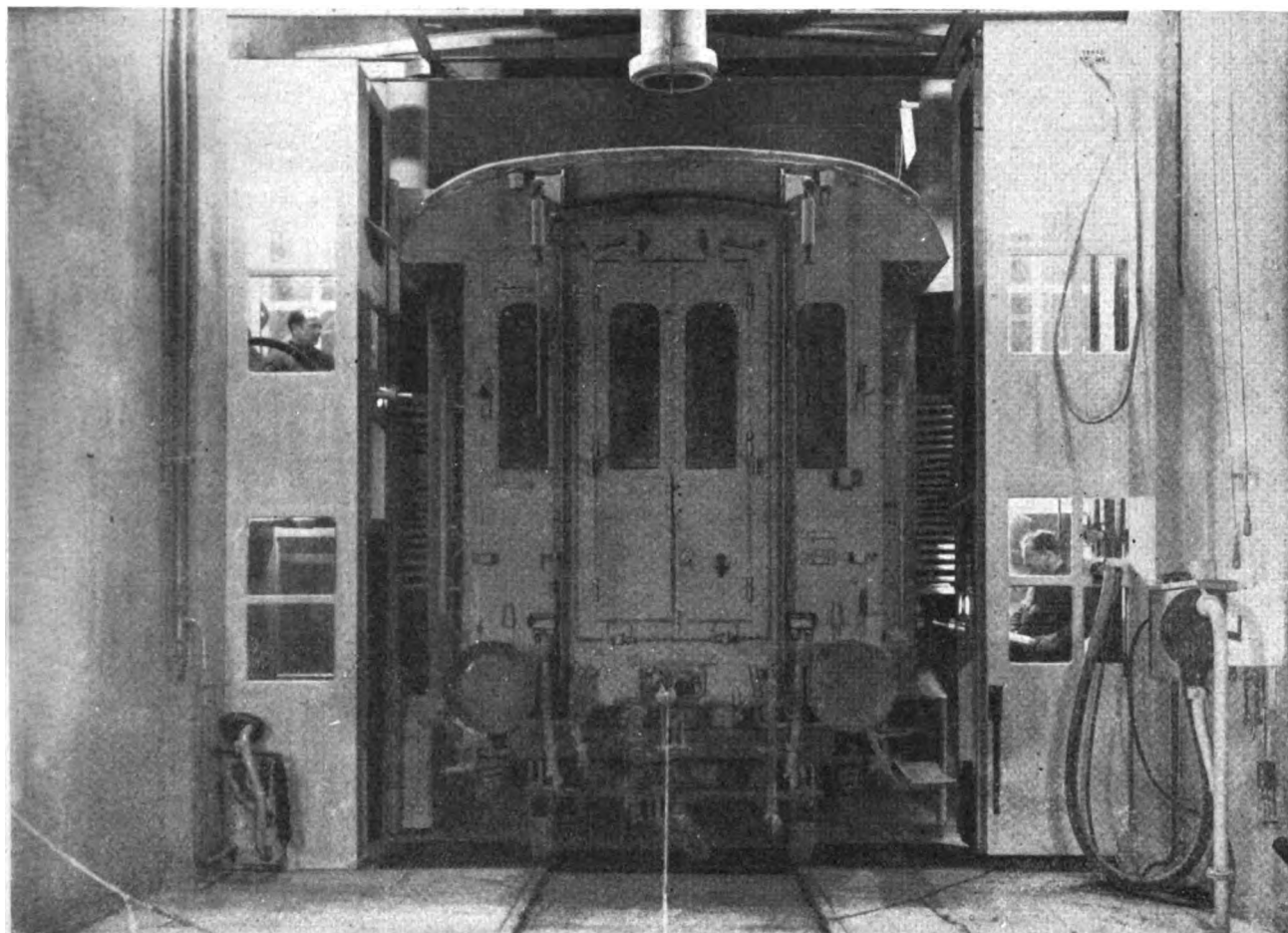



FIG. 8. — Sabbiatura contemporanea delle fiancate di una carrozza

zione a mano, in modo che essa fronteggi colla parete anteriore portante l'ugello una delle due testate della carrozza; appositi nottolini fissano la cabina stessa nella posizione voluta.

La sabbiatura delle testate avviene quindi in condizioni analoghe a quelle descritte per la sabbiatura dei fianchi della carrozza, salvo che il movimento d'avanzamento viene in questo caso impresso, anzichè alla carrozza, al carrello suddetto e conseguentemente alla cabina; tale movimento è comandato, in ambedue i sensi, a mezzo di un commutatore elettrico, applicato al banco di manovra. Gli imbuti descritti delle bocche d'aspirazione, essendo girevoli su sè stessi, possono essere orïentati colla bocca verso la testata soggetta a sabbiatura, per facilitare l'aspirazione della polvere.

Subito dopo la sabbiatura, le lamiere della carrozza debbono ricevere una mano di tinta antiruggine, per evitare la loro ossidazione, che altrimenti facilmente si verificherebbe.

La sabbia di risulta, caduta sulla platea, viene immessa in un cunicolo (Tav. VII), protetto da griglia e servito da una coclea convogliatrice, la quale trasporta il materiale in un pozzetto di carico, situato lateralmente al locale. Di qui, il materiale (Tav. VII) viene sollevato al disopra di un silos parallelepipedo in cemento armato, eretto lateralmente al locale ed avente il fondo a m. 2,50 dal pavimento. Il materiale stesso può essere così vagliato per mezzo di un setaccio quivi installato del tipo ad albero verticale, azionato da motorino elettrico di HP 0,5: l'albero è provvisto di una piccola massa eccentrica, che, nella rotazione, dà a tutto l'insieme vibrazioni sufficienti ad ottenere lo scuotimento e la vagliatura del materiale. Il telaio del setaccio è inclinato in modo da provocare la graduale caduta del materiale ed è provvisto delle seguenti reti:

una rete a maglie fitte, che trattiene la sabbia normale ed il materiale eterogeneo di maggiori dimensioni;

una rete a maglie più rade, che permette il passaggio della sabbia suddetta, ma non quello del materiale eterogeneo, che viene quindi convogliato nella tramoggia di rifiuto, mentre la sabbia cade nel serbatoio di deposito;

una rete a maglie più fitte di quella descritta per prima e sottostante ad essa. Tale rete raccoglie pertanto il materiale più fine, il quale viene quindi assoggettato ad una seconda cernita, col ricupero, a volontà, della sabbia più minuta, mentre la polvere, passando attraverso la rete, si scarica nella tramoggia di rifiuto. Una valvola a paletta permette di ricuperare la sabbia fine vagliata o di rimandarla, a volontà, tra il rifiuto. Un'altra valvola analoga dà modo di caricare direttamente nel silos la sabbia di nuova fornitura, evitando il passaggio attraverso il setaccio.

La sabbia può così essere convogliata in tre distinti compartimenti, nei quali è suddiviso l'interno del silos: uno di essi, destinato alla sabbia di nuova fornitura, ha capacità maggiore degli altri e pari a quella di due carri ferroviari tipo L; un secondo ampio compartimento è destinato alla sabbia usata e vagliata con granelli di dimensioni normali o un po' minori; un terzo, di capacità più ridotta, è destinato alla sabbia vagliata fine. Il fondo di ogni compartimento è provvisto di una o più bocche di carico, pel riempimento delle sabbiatrici, che possono spostarsi su binario decauville, al disotto delle bocche stesse.

La potenza complessivamente installata in motori elettrici è di HP 17,85. Il consumo d'aria compressa per i servomotori è di circa 20 1/1'; per ottenere una maggiore indipendenza dall'impianto generale d'aria compressa dell'officina e quindi sempre assicurare la pressione d'aria necessaria, si è sistemato un motocompressore Reawell a 4 cilindri a stella.

Nelle figure 7 e 8 sono rappresentati gli stadi di sabbiatura rispettivamente di una testata di una carrozza per mezzo della cabina mobile e delle fiancate a mezzo delle due cabine, servite contemporaneamente da due operai.

Padiglione provvisorio di Roma-Ostiense
Impianto d'illuminazione

Ing. F. FAZIO, per incarico del Servizio Lavori e Costruzioni delle F. S.

Riassunto. — **L'autore accenna alle particolari difficoltà che fu necessario sormontare per raggiungere l'effetto desiderato di illuminazione nei saloni d'onore del Padiglione e che portarono all'utile impiego di gruppi illuminanti a gas rarefatti in tubi di vetro.**

Descritti gli effetti ottenuti, vengono citate alcune caratteristiche tecniche di questi gruppi illuminanti, facendone il confronto con quelle delle normali lampade ad incandescenza.

L'Autore passa quindi a descrivere l'illuminazione delle restanti parti del Padiglione, come le pensiline, la galleria di disimpegno, la fontana monumentale, il binario di corsa, ecc., terminando con qualche cenno sulle modalità esecutive dell'impianto.

Fra i più importanti problemi connessi alla costruzione del Padiglione, apparve subito quello dell'illuminazione essendo stato stabilito che l'arrivo del Führer sarebbe avvenuto nelle prime ore della sera. Era poi indispensabile raggiungere nell'illuminazione uno sfarzo non inferiore a quello che si sarebbe avuto nei diversi punti della città attraversati dal corteo dell'illustre Ospite ed ottenere delle caratteristiche tali da far risaltare al massimo i pregi artistici ed architettonici del Padiglione.

Per il *grande portico d'onore, il passaggio coperto delle carrozze e la sala d'arrivo* fu constatato che qualunque tipo di apparecchio normale a sospensione, o da parete, male si sarebbe accordato con l'austera semplicità delle linee architettoniche dell'ambiente; d'altro canto, data l'estensione della superficie da illuminare, il numero degli apparecchi di siffatto tipo avrebbe dovuto essere grandissimo, oppure la loro potenza unitaria così elevata da rendere pressochè impossibile, coi tipi normali di lampade, l'eliminazione dell'abbagliamento e l'uniformità dell'illuminazione, resa indispensabile dalle caratteristiche funzionali del locale.

Il problema era complicato dall'assoluta mancanza di pareti ai lati, che avrebbero potuto contribuire alla distribuzione della luce col loro potere riflettente.

Pertanto, con decisione ardita ed innovatrice rispetto a quanto eseguito finora per casi analoghi, fu stabilito di ricorrere al sistema di illuminazione con gruppi illuminanti a luce solare in tubi luminiscenti a gas rari.

Il principio generale di funzionamento di tali tubi è ben noto. Esso è basato sull'effetto di luminiscenza che forniscono determinati gas, contenuti in tubi di vetro ad un determinato valore di pressione, allorchè sono attraversati da corrente elettrica.

Gas di varia natura forniscono luci variamente colorate; accoppiando quindi tubi con luci complementari fra loro si può ottenere la luce bianca.

Nell'impianto in questione furono impiegati due tubi: l'uno conteneva neon e l'altro vapore di mercurio e argon; si aveva così il rosso arancione fornito dal neon e il verde bandiera fornito dal mercurio, colori che, come è noto, sono complementari.

Occorre aggiungere che mentre nulla di particolare vi era per il tubo del neon, quello di vapore di mercurio e argon presentava la particolarità di essere spalmato all'interno di una sostanza fluorescente speciale.

In tal modo si aveva il vantaggio di veder aumentato il rendimento luminoso della sorgente per il fatto che anche le radiazioni ultraviolette, di cui è ricco il vapore di mercurio allo stato di luminescenza, venivano ad essere utilizzate agli effetti visivi, dopo aver subito, in grazia alla sostanza fluorescente, la necessaria esaltazione di lunghezza d'onda.

Il sistema di accoppiamento descritto per l'ottenimento della luce bianca risulta il più conveniente fra quelli sperimentati finora.

L'accoppiamento fu perfettissimo e la luce ottenuta fu del tutto simile a quella del sole.

L'impianto fu realizzato disponendo sul soffitto, tanto del grande portico d'onore quanto del passaggio coperto delle carrozze e della sala d'arrivo, tre file parallele di tubi luminosi, disposte secondo gli assi longitudinali dei locali, con le file esterne a due metri da quelle centrali. Altre tre file di tubi collegavano i due secondi locali col portico di onore, mentre nell'intersezione dell'asse di questo con quello della sala d'arrivo i tubi illuminanti disegnavano sul soffitto una grande « croce uncinata » in onore dell'illustre Ospite.

I tubi furono posti in opera a tratti di m. 2,50 ciascuno e ad una distanza dal soffitto di circa cm. 30; quello del neon fu posto immediatamente sotto a quello del vapore di mercurio.

Lo sviluppo totale dei gruppi fu di quasi 500 metri (circa 1000 metri cubi di tubi)

L'illuminazione garantita per contratto in 90 lux a 100 cm. dal pavimento è risultata di 110 lux sotto l'asse dei tubi e di 90 lux lateralmente nei saloni, con un valore medio superiore ai 100 lux ed una uniformità praticamente assoluta quale sarebbe stato difficile realizzare con altri sistemi illuminanti.

La quantità stessa di luce (a spettro continuo simile a quello solare) contribuì moltissimo a dar grandissimo risalto ai colori delle opere decorative e floreali. Inoltre il basso splendore e l'assenza di abbagliamento nella sorgente luminosa riuscì di gradimento all'occhio che poteva percorrere la vastità dei saloni senza risentirne fastidio.

Ciò si dovette ad una particolarità notevole offerta dai gruppi luminosi descritti. Tenuto conto, infatti, dalla definizione di splendore data dal C.E.I. nel 1924 (rapporto tra l'intensità della superficie emittente in una data direzione, e l'area proiettata di quella superficie sopra un piano perpendicolare alla direzione considerata) si può grosso modo affermare che, contro uno splendore di 2,5 Stilb tradito da una comune lampada ad incandescenza a vetro opalino e funzionante in atmosfera di argon, una coppia di tubi a luce complementare di egual flusso luminoso, non presenta che uno splendore di circa 0,72 Stilb (vale a dire di 0,72 candele per cmq.). Valore questo tranquillamente sopportato dal nostro occhio ed a inquadrare il quale basteranno i seguenti dati:

splendore della luna	0,25	Stilb;
splendore del cielo chiaro	0,4	Stilb;
splendore di una candela ordinaria	0,5	Stilb;
splendore di una lampada ad incandescenza nel gas, con ampolla di vetro non opalinizzato . .	500-1500	Stilb;
splendore dell'arco voltaico	15.000	Stilb;
splendore del sole	150.000	Stilb.

All'interno del solaio praticabile e immediatamente al di sopra del soffitto furono posti i trasformatori di tensione alimentanti i singoli tratti dei gruppi.

Detti trasformatori erano di tipo speciale in cassa di ferro con gli avvolgimenti in miscela anticombustibile, rapporto di trasformazione 125-3000 V. potenza 650 KVA fattore di potenza 0,5. Furono impiegati 160 trasformatori distribuiti lungo le file illuminanti. Il basso fattore di potenza nei trasformatori deriva dal fatto che è necessaria una tensione di « adescamento » circa doppia di quella di esercizio, ciò che richiede una forte impedenza nei trasformatori.

Tale fatto che rappresenta indubbiamente un difetto non trascurabile, si sarebbe potuto eliminare con dei condensatori qualora l'impianto fosse stato stabile.

Si ebbe un rendimento per metro di gruppo di 150 candele (1800 lumen) e complessivamente 75.000 candele (900.000 lumen) con un consumo di 80 W/m e 40 KW. totali, cioè 1,87 candele per W e 22,2 lumen per W.

Rispetto ad un'illuminazione normale si può ritenere che si sia avuto un maggior rendimento di circa il 50 %. Ciò è dovuto al fatto che le sorgenti luminose adottate sono a bassa temperatura e quindi con molto minore disperdimento di energia rispetto a quello che si ha nelle comuni lampade in cui parte dell'energia va perduta per rendere incandescente il filamento. In tali lampade, infatti, al massimo si può ottenere 15 lumen per W.

L'impianto è stato uno dei più grandi costruito finora in Italia.

Altra parte importante da curare esteticamente nell'illuminazione furono le *pensiline* per la prima impressione ch'esse avrebbero dovuto dare all'Ospite in arrivo.

Sui pilastri a metà altezza circa, furono collocati degli apparecchi a muro speciali, contenenti ciascuno 3 lampade finestra da 100 W., lunghe 1 metro e ricoperte da quattro lastre di cristallo molato; ciascuna lastra dello spessore di 3 cm. e di dimensioni di 15 × 100 cm.

In definitiva si presentava un blocco incandescente di cristallo di 1 m. di altezza e di 15 × 15 cm. in sezione, di bellissimo effetto con la sua semplicità intonata alla semplicità ancor maggiore delle pensiline.

Apparecchi di tipo identico ma alti m. 2,30 e larghi il triplo, furono posti sulle pilastrate d'ingresso alla sala d'attesa che immetteva nel portico d'onore.

Tra pilastro e pilastro invece furono collocate delle plafoniere semisferiche diffondenti contenenti due lampade da 200 W. ognuna.

In totale occorsero 38 apparecchi a muro e 41 plafoniere, ottenendo un'illuminazione di circa 60 lux.

Per la *galleria di disimpegno* tra il portico d'onore e la pensilina, furono impiegati dei proiettori di lamiera smaltata bianca all'interno, ciascuno con lampade da 300 W.

I proiettori impiegati furono in numero di 54 e furono collocati a gruppi di tre in corrispondenza di ogni pilastro e precisamente nel punto in cui la semivolta a vetri ricoprente la galleria si attaccava ai pilastri stessi; in tal modo i proiettori mentre erano poco visibili dal basso erano di forte rendimento luminoso, proiettando essi la luce nel locale e contro i vetri della semivolta, che, visti dall'esterno, davano un suggestivo aspetto al padiglione.

Anche nella galleria si ebbe un'illuminazione a 100 cm. dal pavimento pari a 100 lux circa.

Si provvide inoltre ad illuminare in modo speciale:

— la statua della Dea Roma per tutta l'altezza del pannello che serviva ad essa di sfondo, a mezzo di file continue di lampade « linolite » ricoperte da vetro opalino e nascoste in appositi incavi ottenuti ai lati della muratura;

— il pannello decorativo raffigurante l'Italia, ponendo per tutta l'altezza dei due pilastri che lo fronteggiavano, una striscia continua di lampade comuni da 100 W. a 20 cm. l'una dall'altra;

— la fontana del lato ovest del padiglione con proiettori stagni da 1000 W. posti sotto il pelo dell'acqua e con proiettori normali posti sotto i fasci e sotto l'aquila;

— il salotto di accesso ai telefoni ed ai gabinetti riservati, a mezzo di un lampadario artistico in cristallo.

Nelle sale di servizio furono poste delle comuni sfere diffondenti con lampade da 100. W.

Fu provveduto altresì ad illuminare i binari antistanti il Padiglione ponendo in testa a ciascun palo della trazione elettrica, ubicati a 50 m. l'uno dall'altro, quattro riflettori R L M con lampada da 500 W. ciascuno.

Gli impianti per l'alimentazione degli apparecchi sopra descritti non presentarono particolari difficoltà.

Data la forte potenza richiesta fu necessario installare una cabina di trasformazione dell'energia elettrica dalla tensione di 10.000 V. (fornita dalla rete primaria di distribuzione alla città) alla tensione di utilizzazione di 220÷125 V, all'interno del Padiglione stesso e precisamente all'estremo est nei locali accessori di servizio.

Questa stessa cabina fu impiegata altresì per l'alimentazione del piazzale antistante il Padiglione, a cura dell'Azienda Elettrica del Governatorato.

In cabina furono installati n. 6 trasformatori per una potenza complessiva di 2100 KVA., con tutte le apparecchiature relative sull' A. T. e nella B. T.

In considerazione della natura particolare del Padiglione, per la cabina fu adottato ogni accorgimento adatto per prevenire ogni pericolo d'incendio, quali interruttori automatici di corrente a rapido funzionamento, estintori automatici ed a mano, pozzetti di scarico dell'olio eventualmente proveniente da qualche trasformatore incendiato, ventilatori di aereazione, ecc.

La cabina fu completamente montata e mantenuta in esercizio dalla Soc. Romana di Elettricità che provvide ad allacciarla alla sua cabina principale di trasformazione più prossima (Staz. Ferr. Ostia Lido) mediante circa m. 1600 di doppio cavo interrato 3 × 35 mmq. di sezione, 10.000 V. di esercizio, al fine di assicurare al massimo l'alimentazione del Padiglione.

In prossimità della cabina fu posto il quadro generale di comando dell'illuminazione, comprendente gli interruttori, con le relative valvole e connessioni, per le varie parti in cui l'impianto fu suddiviso al fine di distribuire il carico su varie linee principali.

Ciascuna linea principale comprendeva tre fasci con neutro costituite da corde isolate. Le linee partendo dal quadro, raggiungevano le varie parti di utilizzazione passando all'interno delle strutture del Padiglione e poggiando su isolatori a gola legati ai tubi di ferro « Innocenti » costituenti l'ossatura del Padiglione, fatta eccezione della linea alimentante le lampade dei binari che fu posta in cavo interrato.

Tutte le linee furono proporzionate per un'intensità massima di 2 A. per mmq. e per una caduta percentuale di tensione non superiore al 5 %.

Ogni derivazione dalle linee principali fu protetta con valvole. I tratti di linea esposti a umidità furono posti in fulaxite armtaa.

Fu posta grandissima cura nell'isolamento elettrico dell'impianto che risultò in definitiva di 1 Megaohm, fatta eccezione della parte in acqua, in corrispondenza della fontana, che risultò la metà.

Il materiale impiegato fu costituito da corde isolate a 500 V. di varie sezioni comprese tra 10 e 50 mmq., filo isolato, piattina biaccata, cavetti sottopiombo e treccia comune.

Complessivamente furono impiegati circa:

m. 15.000 di corda isolata;
m. 4500 di filo isolato, contenuto in fulaxite armata e tubi vari;
m. 2500 di piattina biaccata;
m. 600 di cavo 3 × 35;
n. 1750 isolatori di porcellana;
n. 300 valvole unipolari;
interruttori, morsetti, capicorda, mufole, cassette di derivazione, ecc.

La potenza assorbita da tutto l'impianto a pieno carico fu di circa 200 K. W.

Il Padiglione fu dotato anche di impianto telefonico comprendente 4 linee allacciate alla rete interna delle F. S e 6 linee allacciate alla rete urbana.

Segnalazione di deviazione delle vetture tranviarie. Dott. Ing. E. Marchini.

L'opportunità di segnalare ai veicoli che seguono una vettura tranviaria, quando questa deve effettuare una deviazione, ha posto il problema di trovare un sistema di segnalazione pratico e sicuro senza l'intervento del manovratore già occupato alla manovra elettrica dello scambio.

Esclusa l'applicazione di faccie mobili, analoghe a quelle usate dagli autoveicoli per evidenti ragioni, venne decisa la segnalazione a mezzo di semafori a luci colorate collocati a destra o a sinistra del binario a seconda del senso della deviazione.

L'impianto ha i seguenti requisiti: l'accensione della luce rossa del semaforo avviene subito dopo che lo scambio è stato predisposto per la deviazione, se non lo è già; la luce rossa si spegne quando la vettura ha percorso tutta la curva a meno che una seconda vettura non abbia impegnato a sua volta la stessa curva prima che la vettura precedente l'abbia lasciata; l'accensione della luce rossa avviene anche con la manovra a mano dello scambio da farsi in caso di non funzionamento della sua manovra elettrica; la luce rossa deve mantenersi accesa se lo scambio viene disposto per il tracciato diretto se la vettura sul tracciato deviato non ha finito di percorrere tutta la curva.

Siccome l'intervallo di tempo tra l'accensione della luce e l'inizio del percorso in curva è insufficiente per la frenatura di un autoveicolo sopraggiungente a forte andatura si è integrato il segnalamento con una luce gialla di preavviso azionata da un contatto aereo posto a 10 metri prima del comando dello scambio.

Il dispositivo è corredato dai normali controlli e sistemi di blocco in caso di mancato funzionamento di qualche organo, errata manovra da parte del conducente, o improvviso abbassamento di tensione sulla rete. Il funzionamento è tutto elettrico per evitare gli inconvenienti provenienti dal logorio delle parti meccaniche a causa del forte traffico. — L. La Magna.

La determinazione del fosforo nei carboni per uso metallurgico

Dott. A. ACCARDO, del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni - Sezione Ferroviaria

Riassunto. — Si espongono, in base a dati sperimentali, gli inconvenienti che in presenza di V e Ti si verificano nel corso delle determinazioni del P nei carboni col metodo recentemente proposto dal Laboratoriumsvorschriften des Kokereiausschusses. In considerazione che anche il metodo standard inglese non evita tali inconvenienti per quanto riguarda il V, si sono fatte esperienze tendenti ad eliminare gli inconvenienti stessi e si descrive un procedimento applicabile in presenza di V e di piccole quantità di Ti, facendo riserva di pubblicare in seguito i risultati delle esperienze dirette ad eliminare ogni disturbo da parte del Ti.

Il Laboratoriumsvorschriften des Kokereiausschusses (1) ha recentemente pubblicato un metodo per la determinazione del fosforo nei carboni e nei coke, il quale, pur differendo in alcuni particolari (ad es. la concentrazione dei reattivi), è fondamentalmente analogo a quello standard inglese (2) elaborato, quest'ultimo, dopo conveniente esame di svariati metodi in uso fra i produttori e consumatori di coke in Inghilterra. Però, mentre nella descrizione del metodo inglese si fa presente che non è stato studiato nei suoi particolari l'effetto dannoso che esercita la presenza di vanadio, nel metodo tedesco non si fa affatto cenno di ciò. Così pure dicasi per la presenza di titanio che viene presa in considerazione soltanto dal metodo inglese, in base al quale, con ceneri contenenti 0,10-0,37 % di P, la presenza di un massimo di 10 % di TiO_2 (in rapporto al peso delle ceneri) causa una perdita di fosforo così lieve da sconsigliare la preliminare separazione del titanio per fusione con carbonato sodico e ciò anche in considerazione che piccole quantità di fosforo potrebbero sempre in quest'ultimo caso venir trattenute dal titanio.

Dalla descrizione del metodo tedesco si potrebbe così essere a prima vista indotti a ritenere che, nelle condizioni sperimentali indicate, titanio e vanadio non interferiscono nella determinazione del fosforo.

Avendo io avuto occasione di impiegare largamente il metodo tedesco ho potuto invece constatare che questo non è invero di generale applicazione potendo presentare in certi casi i seguenti inconvenienti:

a) il precipitato di fosfomolibdato ammonico ottenuto sia nella prima che nella seconda precipitazione, è talvolta di colore giallo-arancione più o meno intenso; esso è parzialmente solubile nel liquido di lavaggio il quale, in conseguenza, assume una lieve colorazione gialla. Inoltre, anche dopo ripetuti lavaggi, non si riesce ad ottenere un filtrato perfettamente neutro.

(1) *Phosphorbestimmung in Kohle und Koks*, LV, 4, 9 gennaio 1937.

(2) *British Standard Method for the determination of phosphorous in Coal and Coke*. Specification N. 568 (1934). London, Brit. Standards Inst., 25, 2d.

Tale comportamento è dovuto alla presenza di vanadio-fosfomolibdato la cui solubilità nel liquido di lavaggio (KNO_3 a 0,1 %) è maggiore di quella del fosfomolibdato ammonico. Pertanto la perdita di fosforo è in relazione alla quantità di vanadio presente ed al volume del liquido di lavaggio usato.

b) Il filtrato della prima precipitazione del fosforo è alle volte già intensamente colorato in giallo prima di procedere al lavaggio del precipitato; in questo caso tale filtrato, se viene sottoposto ad evaporazione su b. m., si intorbida da principio e poi lascia separare un precipitato giallo, contenente fosforo, più o meno abbondante. È ovvio perciò che, nella prima precipitazione, tutto il fosforo non precipita a causa della presenza di elementi che disturbano.

Questi inconvenienti mi hanno indotto a sottoporre ad accurato esame il metodo tedesco per stabilirne i limiti di applicabilità ed a cercare di elaborare un procedimento che consentisse una determinazione sufficientemente esatta del fosforo anche in presenza di elementi interferenti.

A tale scopo ho proceduto alle seguenti serie di esperienze:

1) Controllo del metodo tedesco operando su soluzione di fosfato sodico purissimo il cui titolo in fosforo era stato preventivamente determinato col metodo di B. Schmitz a caldo (1).

La soluzione, posta in crogiolo di platino, è stata evaporata a secco su b.m.; nel residuo, ripreso con 20 cc. di HNO_3 (d. 1,2) come è indicato nel metodo tedesco dopo l'eliminazione della silice e dell'acido fluoridrico, si è determinato il fosforo seguendo tutte le istruzioni indicate nel metodo stesso.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

P aggiunto gr.	P trovato gr.	Errore
0,0008955	0,00092896	+ 0,0000334
0,0008955	0,00091075	+ 0,00001525
0,001791	0,001803	+ 0,000012
0,001791	0,001803	+ 0,000012
0,001791	0,0017304	+ 0,0000606
0,0026865	0,0026867	+ 0,0000002
0,0026865	0,0026776	— 0,0000089
0,0044775	0,0044262	— 0,0000513
0,0044775	0,0044226	— 0,0000519

Supponendo che le suddette quantità di fosforo si fossero trovate nelle ceneri provenienti da gr. 10 di carbone, gli errori riferiti al carbone sarebbero allora:

Errore % riferito al carbone nella determinazione di fosforo:

+ 0,000334	+ 0,00012	— 0,000089
+ 0,0001525	— 0,000606	— 0,000513
+ 0,00012	+ 0,000002	— 0,000519

(1) F. P. TREADWELL: *Chimica analitica*, vol. II, pag. 456, ed. 1929.

2) Controllo del metodo tedesco operando su miscela sintetica avente composizione approssimativamente analoga a quella delle ceneri di un carbone.

Tale miscela, in quantità corrispondente a gr. 10 di carbone con circa 6 % di ceneri, aveva la seguente composizione ed era assolutamente esente da fosforo:

Silicato di alluminio . . . . gr. 0,5
Solfato di calcio . . . . » 0,1
Solfato ferrico . . . . » 0,01

Alla miscela finemente porfirizzata, posta in crogiolo di platino, sono state aggiunte quantità variabili di soluzione titolata di fosfato sodico e, dopo evaporazione a secco su b.m., si è proceduto alla determinazione del fosforo operando come è indicato nel metodo tedesco a partire dalla pesata delle ceneri.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

P aggiunto gr.	P trovato gr.	Errore gr.	Errore riferito a 100 parti di carbone
0,0008955	0.00090264	+ 0.000071	+ 0,00071
0,001791	0,0017304	— 0,0000606	— 0,000606
0.00223875	0,0022367	— 0,0000205	— 0,0000205
0,0026865	0,0026229	— 0.0000636	— 0,000636
0,0044775	0,0044286	— 0,0000489	— 0,000489

Dai risultati ottenuti nelle due serie di esperienza sopradette si rileva che il metodo tedesco fornisce risultati attendibili entro il limite di errore previsto (± 0,0005 di fosforo per cento di carbone).

Nelle condizioni in cui ho opearto le precipitazioni avvengono sempre in modo normale, il precipitato è di colore giallo caratteristico del fosfomolibdato ammonico, la filtrazione ed il lavaggio procedono sempre regolarmente ed i liquidi filtrati sono incolori.

3) Controllo del metodo tedesco, operando come è detto precedentemente al n. 2 sulle stesse miscele sintetiche ma con l'aggiunta di quantità variabili di vanadio.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

P aggiunto gr.	V aggiunto gr.	P trovato gr.	Errore gr.	Perdita di P riferita a 100 parti di carbone
0,0022388	0,0028	0,0020036	— 0,0002352	0,002352
0,0022388	0,0028	0,0020036	— 0,0002352	0.002352
0.0022388	0,0028	0,0019854	— 0,0002534	0,002534
0,0022388	0,0021	0,0020218	— 0,0002170	0,00217
0,0022388	0,0021	0,0020299	— 0,0002089	0,002089
0,001791	0,0021	0,001584	— 0,000207	0,00207
0,001791	0,0021	0,001566	— 0,000225	0,00225

I precipitati ottenuti in questa serie di esperienze si presentavano di colore giallo arancione; la filtrazione diveniva lenta durante i lavaggi e, col procedere di questi, il liquido di lavaggio filtrato non risultava quasi mai perfettamente neutro e tutto il liquido di lavaggio filtrato appariva lievemente colorato in giallo.

Operando in queste condizioni si verifica una perdita di fosforo di circa 0,002 su 100 parti di carbone.

4) Controllo del metodo tedesco operando sulle stesse miscele sintetiche di cui al N. 2 e con l'aggiunta di quantità variabili di vanadio e di titanio.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

P aggiunto gr.	V aggiunto gr.	Ti aggiunto gr.	P trovato gr.	Errore gr.	Perdita di P riferita a 100 parti di carbone
0,0022388	0.0021	0,005	0.001876	— 0,0003628	0,003628
0,0022388	0,0021	0,005	0.001870	— 0,0003688	0,003688
0.002685	0,0028	0.01	0.002305	— 0,000380	0,00380
0,002685	0,0028	0,01	0,002335	— 0.00035	0,0035
0.001791	0,0014	0.005	0,001385	— 0,000406	0,00406
0,001791	0.0014	0,005	0,001385	— 0.000406	0,00406

I precipitati ottenuti in questa serie di esperienze mostravano le caratteristiche ed il comportamento di quelli ottenuti nelle esperienze di cui al N. 3. Lo stesso comportamento presentavano i liquidi di lavaggio. Inoltre il filtrato della prima precipitazione era di colore giallo più o meno intenso e dopo evaporazione su b.m. fino a ridurlo ad 1/3 di volume, lasciava separare un precipitato giallo che raccolto ed analizzato a parte dava la nota reazione del fosforo.

Le perdite di fosforo verificatesi si aggirano intorno a parti 0,0037 per 100 di carbone.

Dai risultati ottenuti nelle esperienze in presenza di vanadio e di vanadio e titanio si osserva che la perdita di fosforo è da considerarsi rilevante nel caso dei carboni destinati ad uso metallurgico.

In considerazione di ciò ho intrapreso diverse serie di esperienze dirette ad eliminare tale influenza nociva del vanadio e del titanio.

Come materiale di prova ho adottato sia la miscela sintetica precedentemente indicata, sia ceneri di carbone esenti di vanadio e titanio ed addizionando quantità variabili di tali due elementi nei due casi e nel primo caso anche quantità di fosforo comprese tra gr. 0,01 e gr. 0,025 riferite a gr. 100 di carbone.

Come primo risultato di tali esperienze mi è stato possibile mettere a punto il seguente procedimento che consente la determinazione accurata del fosforo anche quando questo elemento si trovi in presenza di quantità prevalenti di vanadio.

Mentre nella presente comunicazione mi limito ad esporre soltanto tale procedimento, mi riservo di riferire in altra comunicazione circa le esperienze già eseguite o ancora in corso in presenza di titanio.

Faccio tuttavia notare che detto procedimento riesce applicabile anche quando sia presente titanio in quantità non superiore a 0,2 % rispetto alle ceneri.

Procedimento. — La cenere del carbone viene accuratamente porfirizzata in mortaio di agata fino a ridurla in polvere impalpabile e si calcina poi leggermente a circa 800° C. Dopo raffreddamento si pesano gr. 0,5 di cenere in un crogiolo di platino, della capacità di circa 40 cc., si inumidiscono con poche gocce di acqua, vi si aggiungono cautamente 5 cc. di HF (d. 1,13) purissimo e si evapora a secco su bagno d'aria calda. Si ripete ancora una volta il trattamento con 5 cc. di HF e poscia, sempre evaporando a secco, si tratta due volte con una miscela di 5 cc. di HF e 10 cc. di HNO_3 (d. 1,42) ed infine altre due volte con solo HNO_3 (10 cc. alla volta) allo scopo di eliminare completamente le ultime tracce di HF. Si deve evitare un riscaldamento a temperatura elevata o troppo prolungato che produrrebbe la formazione di sali basici difficilmente solubili in HNO_3. Il residuo si riprende con 15 cc. di HNO_3 (d. 1,2), si scalda un po' su b.m. e si travasa in un beker da 400 cc. lavando bene il crogiolo con acqua calda. Si scalda poi, agitando, fino a completa soluzione, si aggiungono 12 cc. di H_2SO_4 diluito (1:1 in volume) e si evapora su b.m. sino quasi a secchezza. Al residuo ancora caldo si aggiungono 15 cc. di una soluzione satura di SO_2, si agita per qualche minuto, si diluisce con 40 cc. di acqua e si scalda all'ebollizione a fiamma diretta, agitando continuamente, per portare tutti i sali in soluzione. L'ebollizione deve essere prolungata per 3-5′ per scacciare l'eccesso di anidride solforosa. Si diluisce ora con acqua sino a 100 cc., si lascia raffreddare a temperatura ambiente, si aggiungono 100 cc. di una soluzione al 75 % di nitrato ammonico e poi lentamente, a getto sottile, 50 cc. di reattivo molibdico (1), agitando energicamente per 5′ e lasciando poi in riposo una notte. Dopo di ciò si filtra per decantazione su filtro lento da 12 cm. di diametro e si lava il residuo per decantazione tre volte, con 40 cc. alla volta, di un liquido di lavaggio preparato sciogliendo gr. 20 di nitrato ammonico in 400 cc. di acqua a 16 cc. di HNO_3 (d. 1,2). Il filtro con il precipitato si tratta poi con 10 cc. di ammoniaca (d. 0,910) raccogliendo la soluzione nello stesso beker di precipitazione e si lava tre volte con acqua calda.

In presenza di titanio il filtrato è più o meno torbido; in tal caso, prima di ultimare il lavaggio, occorre rifiltrare sullo stesso filtro fino a limpidità.

Il filtro si tratta ancora una volta con 10 cc. di ammoniaca, si lava con 20 cc. di una soluzione calda al 34 % di nitrato ammonico e poi con poca acqua calda sino ad un volume totale del filtrato non superiore a 100 cc. Si addiziona ora 1 cc. di soluzione al 3 % di molibdato ammonico (filtrata), si scalda a 65-75° C. e si aggiunge, a gocce, dell'HNO_3 (d. 1,42), già riscaldato a 50° C., agitando energicamente, fino ad inizio di precipitazione. Si aggiungono ancora 10 gocce dello stesso HNO_3, si agita per 3′ e si lascia in riposo per tre ore. Dopo di ciò si filtra per decantazione attraverso un filtro lento da cm. 9 di diametro, si lava il precipitato due volte, sempre per decantazione, con una soluzione fredda di nitrato potassico al 0,1 % e si porta tutto il precipitato sul filtro lavando bene questo e il beker di precipitazione. Il lavaggio viene

(1) Il reattivo molibdico si prepara sciogliendo gr. 75 di molibdato ammonico in 500 cc. di acqua e versando la soluzione ottenuta in 500 cc. di HNO_3 (d. 1, 2). Si conserva in recipiente di vetro colorato e, se occorre, si filtra prima dell'uso.

ultimato quando 10 cc. di filtrato, addizionati di 1-2 gocce di soluzione di fenolftaleina, danno una reazione nettamente alcalina con una goccia di soluzione N/10 di NaOH.

In genere in ogni lavaggio non si debbono impiegare più di 15 cc. di liquido e 4-5 lavaggi devono essere sufficienti.

Per evitare ossidazioni occorre mantenere il precipitato sul filtro costantemente umido.

A lavaggio ultimato si porta il filtro con tutto il precipitato nello stesso beker di precipitazione, vi si aggiungono 20 cc. di soluzione N/10 di NaOH e 20 cc. di acqua fredda precedentemente bollita e si procede alla determinazione volumetrica del fosforo con le solite norme.

Nella seguente tabella riporto alcuni dei risultati da me ottenuti applicando questo procedimento col quale non si verificano le anomalie cui dà luogo il metodo tedesco.

P aggiunto gr.	V aggiunto gr.	Ti aggiunto gr.	P trovato gr.	Errore trovato	Errore su 100 parti di carbone
0,0022388	0.0014	0.001	0,002204	— 0,0000348	— 0,000348
0,0022388	0.0014	—	0.0022586	+ 0,0000198	+ 0.000198
0.0022388	0,0021	0.001	0.002204	— 0.0000348	— 0,000348
0,0022388	0,0021	—	0,0022404	+ 0,0000016	+ 0,000016
0,0022388	0,0028	0,001	0,0021858	— 0,000053	— 0,00053
0,0022388	0,0028	0,001	0,0022222	— 0,0000166	— 0.000166
0,0022388	0,0028	—	0.0022404	+ 0.0000016	+ 0.000016
0,0022388	0,0028	—	0,0022404	+ 0,0000016	+ 0,000016
0,0017910	0,0028	—	0,0018215	+ 0,0000305	+ 0,000305
0,0008955	0.0028	0,001	0.0008925	— 0,0000030	— 0.000030
0.0008955	0.0028	0,001	0,0008925	— 0,0000030	— 0,000030
0,0008955	0,0028	0,001	0.0009107	+ 0,000015	+ 0,00015
0,0026865	0.0035	—	0,0026395	— 0,000047	— 0,00047
0,0026865	0,0035	—	0,0026515	— 0,000035	— 0,00035

Conclusione.

L'applicazione del metodo tedesco non è consigliabile per la determinazione del fosforo nei carboni per uso metallurgico che contengono vanadio e titanio.

Per evitare l'influenza dannosa del vanadio, la precipitazione del fosforo viene fatta a temperatura ambiente dopo riduzione del vanadio e sale di vanadile con l'impiego di anidride solforosa.

La presenza di titanio non nuoce se in quantità non maggiore di 0,2 % rispetto alla cenere del carbone.

Il limite di errore è ± 0,0005 % di carbone.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Studi sulla frenatura a grande velocità (*Traction Nouvelle*, settembre-ottobre 1938).

Fino a pochi anni or sono la frenatura dei veicoli si eseguiva semplicemente mediante ceppi prementi sui cerchioni con pressione costante, ma da quando si è voluto elevare la velocità massima di alcuni treni tale soluzione si è rivelata insufficiente. I moderni freni a grande potenza tendono oggi a far variare la pressione Q dei ceppi in senso inverso alla variazione del coefficiente di attrito f in modo che lo sforzo ritardatore Qf conservi sempre un valore costante vicino il più possibile al valore $P\varphi$ dell'aderenza, ma sempre ad esso inferiore. In base ad alcuni studi in corso si hanno oggi elementi per giudicare se questa pratica è proprio la migliore.

Dopo le esperienze di Douglas Galton (1879) le quali, come è ben noto, dimostrarono che:

1) il coefficiente d'attrito f aumenta col diminuire della velocità;

2) esso diminuisce quando aumenta la durata di applicazione del freno,

gli studi furono ripresi circa dieci anni fa da Metzkow il quale potè formulare le altre due leggi seguenti:

3) il coefficiente d'attrito f aumenta quando la pressione specifica dei ceppi diminuisce;

4) esso è sensibilmente indipendente dalla temperatura dei ceppi, sebbene tenda ad aumentare leggermente quando la temperatura aumenta.

Tali erano nel 1937 le cognizioni relative alla variabilità del coefficiente d'attrito allorquando l'« Ufficio Centrale di Studi sul Materiale Ferroviario » (OCEM) intraprese in Francia nuove esperienze per chiarire meglio i due casi pratici più importanti della frenatura su lunghe e ripide discese, e della frenatura di arresto. Gli studi sono ancora in corso ma le prove già effettuate permettono di trarre fin d'ora importanti conclusioni.

Le prove di frenatura in discesa hanno pienamente confermato ancora una volta l'esattezza delle leggi di Douglas Galton e di Metzkow, le quali possono pertanto considerarsi come definitivamente acquisite.

Dalle prove di frenatura di arresto è risultato:

1) che nei casi di frenatura d'arresto eseguita con pressione costante Q ai ceppi, il coefficiente di attrito (fra ghisa e acciaio), e quindi anche lo sforzo ritardatore, conservano un valore sensibilmente costante $f_{\bullet}$ dall'inizio fino a quando la velocità del veicolo non sia ridotta a 60-40 Km./ora. In seguito esso aumenta fortemente fino all'arresto ove raggiunge il valore massimo f_m;

2) che il valore di $f_{\bullet}$ dipende dalla velocità *iniziale* e dalla pressione ai ceppi. A parità di pressione esso è tanto più grande quanto più la velocità *iniziale* è piccola. A parità di velocità *iniziale* esso è tanto più grande quanto più la pressione è piccola;

3) che per una pressione di 2500 Kg. per ceppo, quale comunemente si applica in pratica, il valore f_m durante le prove è restato rigorosamente indipendente dalla velocità *iniziale;*

4) che il rapporto fra lo sforzo ritardatore finale Qf_m e quello medio, è tanto minore quanto più è piccola la pressione ai ceppi.

La prima conclusione è solo apparentemente in contrasto con la prima legge di Douglas Galton, poichè la velocità non è il solo fattore che influisce sul coefficiente d'attrito e non è impossibile che la sua influenza venga neutralizzata da uno o più altri fattori. Ne risulta che l'attuale

tendenza di applicare la massima pressione fin dall'inizio per poi farla decrescere gradatamente fino all'arresto non è tale da realizzare la frenatura ottima.

Per dare la massima efficacia a un freno a ceppi di ghisa, bisognerebbe applicare fin dall'inizio della frenatura, la massima pressione possibile, il cui valore $\frac{P\varphi}{f}$ è funzione della velocità iniziale, poi mantenere costante tale pressione fin quando la velocità del veicolo non sia scesa a 60-40 Km./ora e quindi ridurla progressivamente fino all'arresto.

In tal modo il problema della frenatura razionale è però risolto solo per un determinato valore dell'aderenza; e questo sarà un difetto comune a tutti i freni finchè non si sarà trovato il modo di agire a volontà sull'aderenza oppure di servirsene per comandare un organo regolatore dei freni.

Bisogna dunque accontentarsi di calcolare la frenatura in base a un determinato valore dell'aderenza, e ne segue che, per valori minori, può verificarsi lo slittamento. Si ritiene perciò indispensabile aggiungere a tali freni un dispositivo destinato a far cessare in modo certo qualsiasi slittamento che cominciasse a prodursi. Un certo numero di tali dispositivi è già in prova.

Oltre ai ceppi di ghisa sono stati sperimentati ceppi di sostanza amiantata forniti dalla Società Flertex. Si è trovato che con essi il coefficiente d'attrito si mantiene costante, e quasi del tutto indipendente dalla velocità *iniziale*, durante tutta una frenatura di arresto. Ne segue che, con tali ceppi, la frenatura ottima può essere ottenuta con i freni ordinari che dànno una pressione costante ai ceppi, senza aggiunta di altri dispositivi, eccetto ben inteso un apparecchio anti-slittamento, per le stesse ragioni sopra esposte. — G. ROBERT.

(B. S.) Costipamento di un rilevato a mezzo di vibrazioni (*L'energia elettrica*, maggio 1938).

Per aumento di portata e rinnovo di opere dell'impianto idroelettrico di Vizzola Ticino, è stato costruito un tratto di canale pensile caratterizzato da una forte altezza di rilevato sul piano

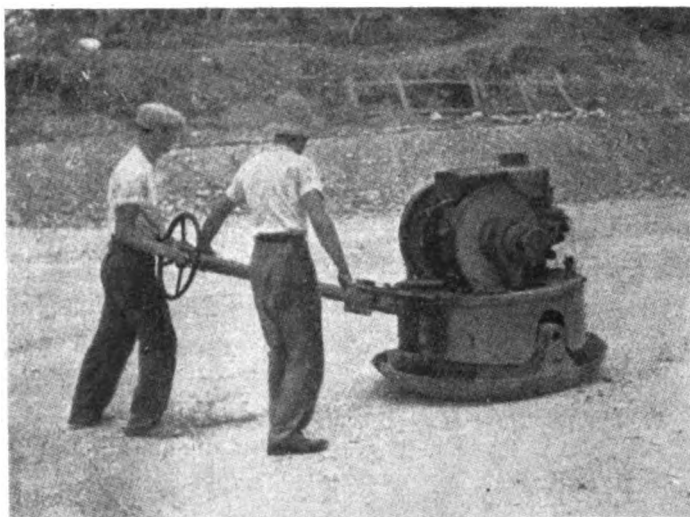



FIG. 1.

di campagna (m. 9,70) che avrebbe dato luogo ad assestamenti per lungo tempo. Il rilevato è costituito di sabbia, ghiaia e ciottoli.

Per accelerare l'assestamento si è proceduto ad un costipamento artificiale eseguito mediante un vibratore a piastra (fig. 1) costituito da un piatto intasatore di circa 1 m. di diametro, su cui è imperniata una scatola contenente due masse eccentriche rotanti in senso inverso ed accop-

piate nel moto rotatorio, in modo che le azioni (forza centrifuga) si sommino in senso verticale e si elidano in senso orizzontale (fig. 2). La scatola superiore può essere variamente inclinata, ruotando attorno ad un asse orizzontale, in modo da produrre una componente orizzontale della

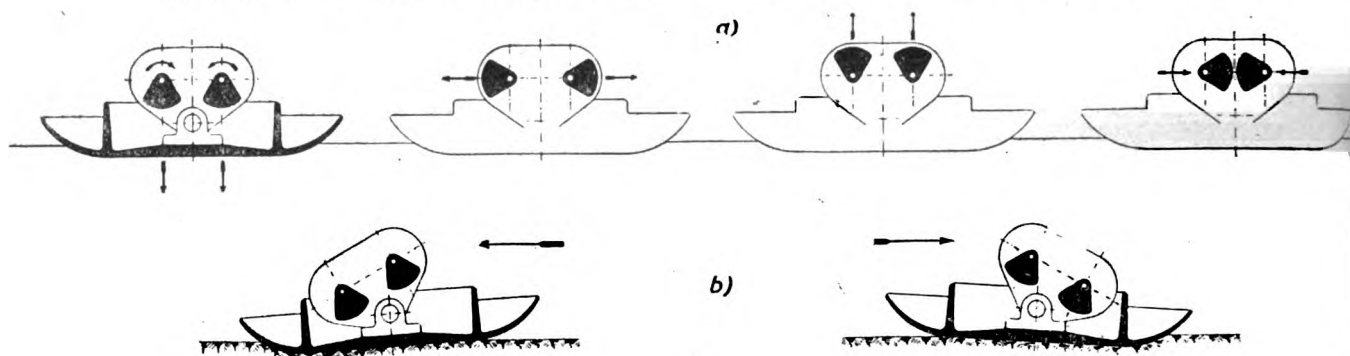



Fig. 2.

forza centrifuga che fa avanzare la macchina. Il motore è sospeso sul piatto vibrante. Le principali caratteristiche della macchina sono:

Peso	Kg. 1500
Forza centrifuga	» 5000
Frequenza delle vibrazioni	1000 ÷ 1500 al minuto
Velocità di avanzamento massima	0,4 m al minuto
Potenza motrice	18 HP.

Dopo alcune prove intese a determinare le condizioni di migliore funzionamento, si decise di adottare il costipamento a secco con almeno due passaggi. I risultati sono stati ottimi e resi evidenti dal fatto che il volume del rilevato finito è risultato minore di quello dello scavo eseguito per ricavare i materiali necessari. — L. La Magna.

(B. S.) Reimpiego di vecchie rotaie sulle Ferrovie Belghe (*The Railway Gazette,* 23 settembre 1938).

Nel deposito di Schaerbeek presso Bruxelles, la Società delle Ferrovie Nazionali Belghe ha disposto un impianto, quasi esclusivamente meccanico per la scelta e la rilavorazione di vecchie rotaie, suscettibili di reimpiego.

Le operazioni che vengono eseguite sono: accertamento del grado di consumo che non deve superare 4 mm.: spianamento della faccia superiore del fungo; taglio delle estremità ed esecuzione dei nuovi fori nel gambo. La prima operazione è eseguita meccanicamente: la macchina impiegata ha una resa di circa 100 rotaie da m. 25 l'una in 8 ore di lavoro ed è servita da una squadra di sette operai La seconda è eseguita da altre due macchine, al cui servizio sono addetti sei operai, che dànno una resa di circa 85 rotaie nello stesso tempo.

Dopo queste operazioni le rotaie vengono scelte e classificate per tipi e secondo il consumo del fungo. Per ovviare all'inconveniente derivante dalla minore lunghezza le rotaie vengono saldate. Si formano pezzi da m. 35 o 52,50 con i corrispondenti pezzi per le rotaie interne delle curve. Dato il grande numero delle saldature eseguite in serie, il loro prezzo risulta ridottissimo.

Speciali accorgimenti sono adottati quando si debbono saldare fra loro rotaie di tipo differente oppure dello stesso tipo ma molto diversamente consumate allo scopo di evitare discontinuità nella superficie di rotolamento. — L. La Magna.

(B. S.) Piastre di rivestimento di acciaio al manganese per boccole (*The Railway Gazette*, 25 marzo 1938).

In Egitto si era constatato che il consumo delle guide delle boccole dei carrelli dei carri ferroviari, era eccessivamente elevato, a causa della sabbia e della polvere impregnata di sabbia che abbonda lungo le linee. Tentati inutilmente vari espedienti, le Ferrovie dello Stato Egiziane sono giunte finalmente ad escogitare un rimedio, che si è dimostrato perfettamente rispondente allo scopo. Si sono cioè fissate piastre di protezione e rinforzo in corrispondenza delle scanalature laterali delle boccole (vedi figura).

Boccola con la scanalatura preparata per il fissaggio della piastra di protezione.

Section of. Groove A.A. Chamfered for Weld = Sezione A.A. della scanalatura, in corrispondenza delle sfaccettature preparate per la saldatura della piastra.

Le piastre sono di acciaio al manganese, e, per ovviare alla difficoltà di taglio che presenta tale acciaio, si sono adottate piastre dello spessore di mm. 3,18, stampate a forma di canale, completamente liscie e prive di incurvamenti: le piastre sono messe in opera allo stato di origine, cioè senza altra preparazione. Le scanalature delle boccole consumate vengono intagliate in modo da far posto alle piastre; i lati vengono leggermente sfaccettati, come è indicato nella sezione (figura citata) in tre punti; cioè in testa, al centro e in fondo alla scanalatura. Quindi le piastre vengono presentate sulle scanalature, e tenute ferme a posto mediante grosse sbarre di fissaggio: frattanto viene eseguita la saldatura autogena nei sei punti di fissaggio. Questo semplice sistema di fissaggio mediante saldatura riesce meglio su boccole di acciaio fuso che su boccole di ghisa; però, usando speciali elettrodi, la saldatura può essere adottata con successo anche nel secondo caso. Le guancie di contatto sono di ghisa, e hanno la larghezza di 70 mm. Esse hanno un gioco laterale di mm. 3,18 rispetto alle piastre di protezione; il giuoco totale delle boccole tra le guancie di contatto è di mm. 1,59.

I risultati ottenuti mediante questa sistemazione provano che la combinazione di acciaio al manganese con la ghisa, è ottima per lo scopo che si voleva raggiungere. Infatti il contatto a sfregamento tra la boccola e le sue guide ha per effetto di produrre una levigatura finissima delle rispettive superfici, tanto da renderle addirittura speculari. Si ottiene così un funzionamento dolce tanto se si lubrificano le guide, quanto se non si lubrificano; e ciò perchè le superfici delle piastre al manganese assumono, quando lavorano senza lubrificazione, la levigatura speculare di cui si è parlato. Il consumo è estremamente limitato: dopo tre anni di servizio, la perdita media di spessore delle piastre è inferiore a mm. 0,78; il consumo delle guancie è addirittura trascurabile. Si ha motivo di ritenere — conclude l'A. — che i carrelli delle vetture munite di boccole così sistemate potranno lavorare almeno sei anni senza che occorra far nulla alle guide delle boccole stesse: ciò sarà di vantaggio non soltanto per l'economia che ne conseguirà, ma anche per la maggiore dolcezza di marcia. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Una macchina per la determinazione delle curve del moto (*General Electric Review*, dicembre 1937).

L'Ing. T. F. Perkinson ha ideato una macchina calcolatrice che permette di descrivere le curve del moto di un treno nelle sue diverse fasi con un'esattezza, rispetto ai metodi analitici convenzionali, dell'1 %.

Gli elementi costitutivi fondamentali della macchina sono:

1) un elemento integratore del diagramma delle accelerazioni (o delle decelerazioni nel caso della frenatura) in funzione del tempo e che quindi indichi le variazioni di velocità del treno;

2) un elemento integratore del diagramma della velocità in funzione del tempo e che quindi indichi il valore dello spazio percorso in un intervallo di tempo considerato;

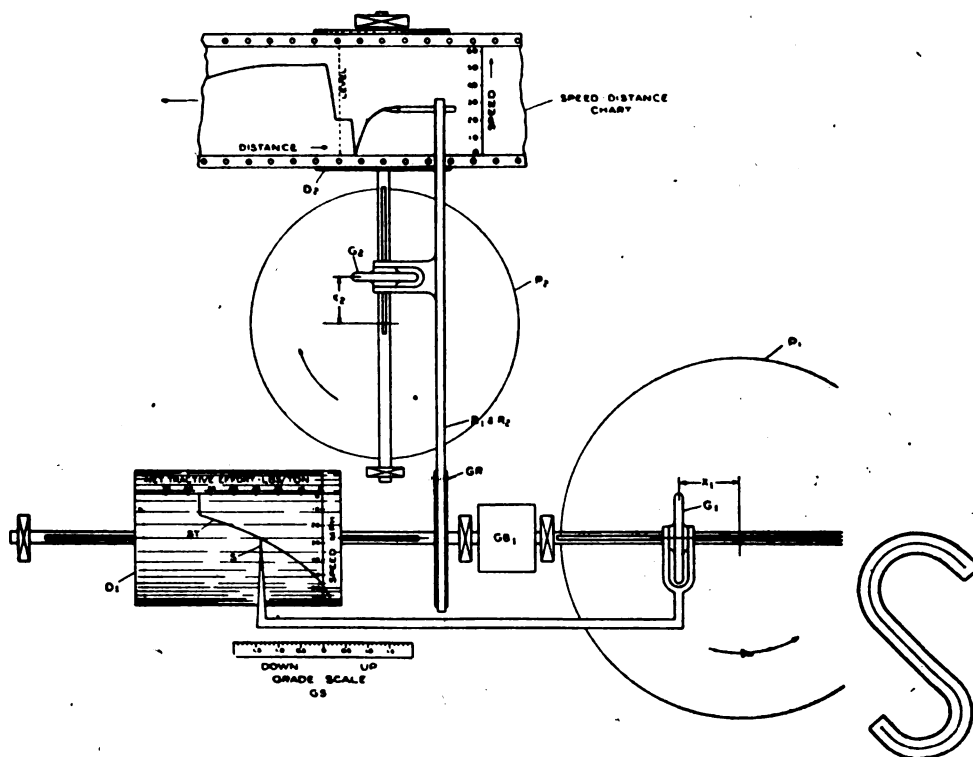



FIG. 1.

3) un elemento integratore del diagramma di qualunque elemento che possa esprimersi in funzione del tempo o della velocità, come ad esempio la potenza meccanica, la corrente di alimentazione dei motori, ecc.,

4) elementi che registrino graficamente la velocità del treno in funzione del tempo o dello spazio;

5) contatori della distanza, del tempo, ecc.

Il principio del funzionamento della macchina del Perkinson è il seguente:

Con riferimento alla figura 1 si osserva che se un disco P_1 ruota con velocità costante (cioè se il numero dei suo giri è proporzionale al tempo trascorso) e per frizione provoca la rotazione di una ruota G_1 il cui asse è normale al suo e il cui punto di contatto è alla distanza x_1 dal suo centro, il numero dei giri compiuto da G_1 è proporzionale alla distanza x_1 ed al numero dei giri compiuto da P_1.

Se la distanza x_1 è proporzionale all'accelerazione, e ciò si ottiene collegando l'asse di G_1 con uno stilo S che segue il diagramma delle accelerazioni, il numero dei giri compiuto da G_1 è proporzionale al prodotto dall'accelerazione per il tempo cioè alla velocità del treno.

Se l'asse della ruota G_1 è collegato mediante un conveniente sistema di leve ad un'altra ruota G_2 in modo che la sua distanza x_2 dal centro di un secondo disco P_2 che ruota con velocità costante, risulti in ogni istante proporzionale alla velocità; il numero dei giri compiuto dalla G_2 stessa, sarà proporzionale al prodotto di x_2 per la velocità di P_2, cioè al prodotto della velocità per il tempo, ossia allo spazio percorso dal treno.

Una penna scrivente collegata con l'asse della rotella G_2 descrive il diagramma della velocità.

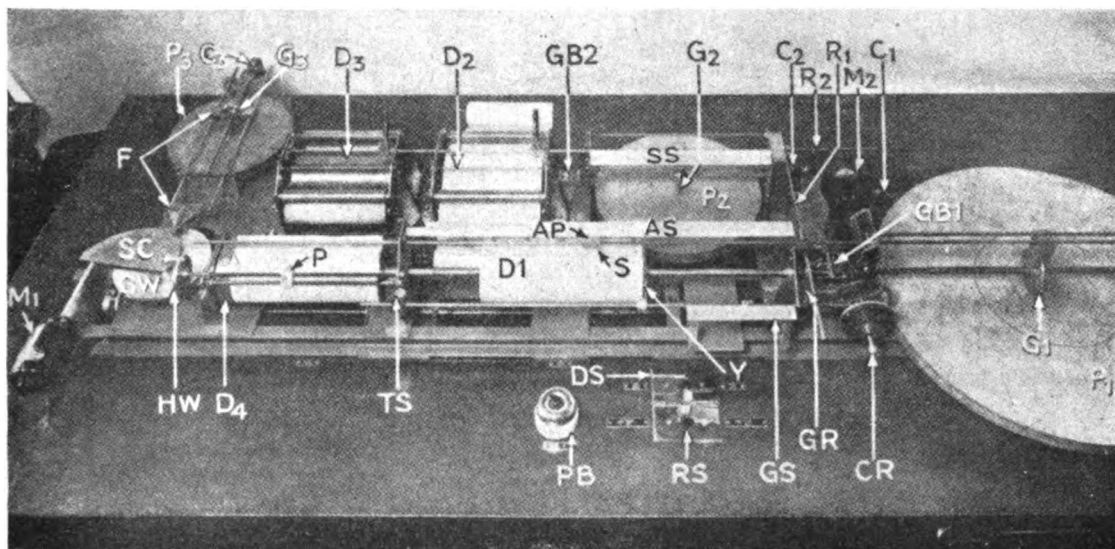



Fig. 2.

Il tamburo D_1 attorno al quale è avvolto il foglio su cui è disegnato il diagramma delle accelerazioni, ruota con velocità proporzionale a quella di G_1 presentando così allo stilo il valore dell'accelerazione corrispondente alla velocità in ogni istante del moto.

La General Electric Co. ha costruito una macchina che realizza i principî sopra esposti e di cui riproduciamo la fotografia nella fig. 2. In essa il disco P_1 compie una rotazione in 6 sec. e il disco P_2 la compie in 24 sec. Entrambi i dischi sono mossi da un unico motore M_1 collocato sul basamento della macchina, mediante sistemi di ingranaggi riduttori di velocità.

Il tamburo D_1 ruota con velocità proporzionale a quella della ruota G_1 al cui asse è collegato. con l'interposizione del cambio di velocità GB_1 chè permette l'uso di due diversi rapporti di trasmissione corrispondenti all'uso di due scale diverse in cui può essere tracciato il diagramma delle accelerazioni avvolto sul tamburo D_1.

Il tamburo D_1, pur non essendo folle sul suo asse, può essere spostato secondo la sua lunghezza in modo da riprodurre le variazioni di pendenza della linea. Nel caso in esame (vedere anche fig. 1) uno spostamento verso destra corrisponde ad un aumento di pendenza. La posizione del tamburo è assicurata dalla vite TS che fissa il giogo Y in base alle indicazioni lette sulla scala delle pendenze GS.

Il tamburo D_2, situato nella parte posteriore della macchina, è condotto in rotazione dalla rotella G_2, attraverso un ingranaggio riduttore BB_2. Il numero dei giri compiuto da D_2 è così proporzionale allo spazio percorso dal treno. L'asse del tamburo D_2 non è folle rispetto al tamburo stesso, ma può scorrere longitudinalmente, e il suo spostamento è proporzionale alla distanza del

centro di P_2 dalla rotella G_2, cioè alla velocità del treno. Una penna scrivente, direttamente connessa con l'asse del tamburo suddetto e tenuta a contatto di un foglio avvolto su di esso, traccerà il diagramma velocità-spazio.

L'asse della velocità risulterà disposto secondo una generatrice e quello degli spazi secondo la direttrice del tamburo.

Un terzo tamburo D_3 mosso dal motore M_1 con l'interposizione di un riduttore di velocità (non visibile in figura) ruota di moto uniforme. Una seconda penna scrivente, a contatto di un foglio avvolto su detto tamburo e portata direttamente dall'asse del tamburo D_2, traccia il diagramma velocità-tempo corrispondente al diagramma velocità-spazio tracciato sul tamburo D_2. Due contatori C_1 e C_2 registrano i tempi in secondi e gli spazi in decimi di miglio.

I fogli da avvolgere sul tamburo D_2 e sui quali la penna scrivente disegna il diagramma velocità-spazio, sono preparati e graduati in precedenza in modo che le letture su di essi avvengano rapidamente e senza incertezze.

Supposto che il diagramma dell'accelerazione sia avvolto sul tamburo D_1 e che i fogli preparati per il tracciamento degli altri diagrammi siano disposti sui tamburi D_2 e D_3, che tutti i contatori siano posti a zero; l'operazione con la macchina descritta avviene nel modo seguente:

Lo stilo S si colloca sul diagramma dell'accelerazione in corrispondenza della velocità zero; con che rimane fissata la posizione della rotella G_1 sul disco P_1 e le due penne scriventi sui tamburi D_2 e D_3 si collocano con le loro punte all'origine degli assi coordinati; la rotella G_2 si colloca nel centro del disco P_2. La posizione assiale del tamburo D_1 corrisponde al valore della pendenza della linea, letta sulla scala apposita. Si mette in moto il motore M_1 e si fa percorrere alla punta dello stilo il diagramma dell'accelerazione, mediante la manovella CR, mentre il tamburo D_1 ruota condotto da G_1. Le penne scriventi descriveranno sui rispettivi fogli i digrammi velocità-spazio e velocità-tempo.

Quando è compiuta la fase di avviamento l'accelerazione si annulla, le rotelle G_1 e G_2 vanno a coincidere coi centri P_1 e P_2 e quindi non girano e le due penne scriventi descrivono due linee coincidenti con due direttrici dei tamburi D_2 e D_3, rappresentanti i diagrammi suddetti nella fase di regime. Analogamente ed inversamente accadrà durante una fase di frenatura o di riduzione di velocità.

Nella parte a sinistra della macchina è posto un dispositivo integratore di qualsiasi grandezza che possa essere espressa graficamente come funzione della velocità o del tempo. In alcuni casi, come quando si desidera fare un controllo del riscaldamento dei motori, interessa conoscere il valore efficace della corrente per tutta una corsa. Perciò un diagramma, tracciato in scala adatta, avente per assi l'intensità della corrente e la velocità è avvolto attorno a un tamburo D_4 che ruota insieme a D_1 in modo che l'asse su cui vanno lette le intensità di corrente coincida con una manovella HW con cui si fa ruotare un'asta filettata, con la quale si determina la posizione di una camma SC avente i raggi proporzionali ai quadrati delle ordinate del diagramma volto su D_4 e disposte nel senso delle sue generatrici, cioè proporzionali al quadrato delle intensità di corrente. La camma SC fa scorrere una rotella G_3, montata sul telaio F, rispetto al centro di un disco P_3 che ruota con velocità costante essendo mosso dal motore M_1. Allora il numero dei giri compiuto dalla G_3 sarà proporzionale al prodotto del tempo per il quadrato dell'intensità di corrente e sarà registrato da un contatore C_3.

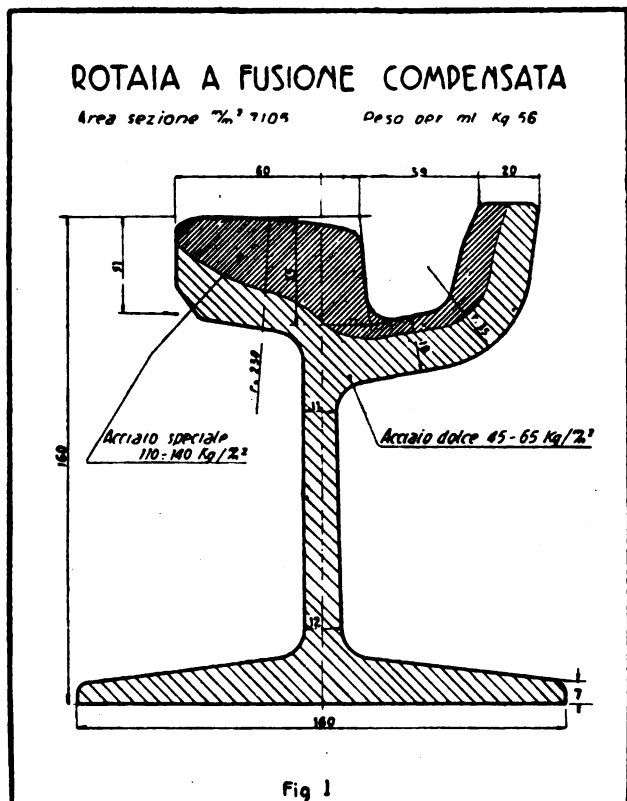
Il valore efficace della corrente è: $I = \sqrt{\frac{\Sigma I^2 t}{\Sigma t}}$, in cui il valore del numeratore è dato dal contatore C_3 e quello del denominatore dal contatore C_1. In modo analogo si può tracciare il diagramma dell'energia assorbita dal locomotore sostituendo alla camma SC un'altra i cui raggi siano proporzionali alle ordinate del diagramma avvolto su D_4 e disposte nel senso delle generatrici, cioè proporzionali alle intensità di corrente. Si potrà mediante il contatore C_3 avere il valore di $\sqrt{\Sigma It}$ che moltiplicato per la tensione di alimentazione dà l'energia assorbita dal locomotore. — L. La Magna.

(B. S.) I trasporti urbani e l'autarchia (*Rivista dell'Azienda Tranviaria di Milano,* settembre 1938).

In una relazione presentata alla XXVII Riunione della Società per il Progresso delle Scienze, vengono passati in rassegna i provvedimenti che si stanno attuando per diminuire o sostituire, nell'impianto e nell'esercizio dei trasporti urbani, i consumi dei materiali importati, e per aumentare l'impiego diretto, nella trazione, di forze motrici di fonte nazionale. All'uopo vengono presi in esame successivamente i vari mezzi attualmente in uso per i trasporti urbani e cioè le tranvie, le filovie e le autolinee.

Tranvie. — Per quanto il largo impiego di materiali metallici possa far credere il contrario, una recente indagine ha dimostrato che la tranvia è quella che richiede il minimo consumo di materiali d'importazione. Ciò dipende dal fatto che il consumo dei materiali incide solo per 1/5 della spesa totale di esercizio. Vediamo quale è la situazione attuale in questo campo.

Fig. 1

Sul tipo di armamento e sulla sua posa in opera sono in corso studi ed esperimenti interessanti sia dal punto di vista tecnico che da quello autarchico. Per realizzare economia di materiale sono in esame rotaie a profilo razionale che, a parità di sezione, presentano maggior momento resistente. Per diminuire il logorio delle rotaie ed aumentarne la durata, la tecnica ha creato le rotaie a sezione compensata (fig. 1), nelle quali le parti maggiormente soggette a logorio sono realizzate in acciaio speciale duro e le altre in acciaio dolce normale. Tali rotaie sono in esperimento anche allo scopo di esaminare la convenienza della loro produzione nazionale (1). Si spera inoltre di ridurre o eliminare il dannoso fenomeno del « consumo ondulatorio », di oscura origine, mediante la realizzazione di una migliore armonia nella sezione di tutto l'armamento e nei suoi particolari di disposizione e di posa in opera. A quest'ultimo riguardo la tecnica ha fatto notevoli progressi: due vantaggiose sistemazioni di binario sono quelle rappresentate nelle figg. 2 e 3, di cui la prima è specialmente notevole per il largo impiego di materie plastiche isolanti. Esse sono basate sul concetto di creare un appoggio elastico e continuo per la rotaia, non interessante il rimanente della sezione stradale, e sono attualmente in esperimento a Milano con tangibili risultati. La posa del binario è completata dalla saldatura continua delle rotaie eseguita preferibilmente col sistema alluminotermico.

Anche per le linee di contatto e di alimentazione sono in esame problemi di notevole interesse autarchico. Un notevole progresso fu fatto qualche anno fa quando la tecnica dell'installazione della rete di contatto da empirico-pratica divenne razionalmente basata sulla sta-

(1) Le rotaie a sezione compensata sono in esperimento da qualche anno su alcune linee delle Ferrovie dello Stato (N. d. R.).

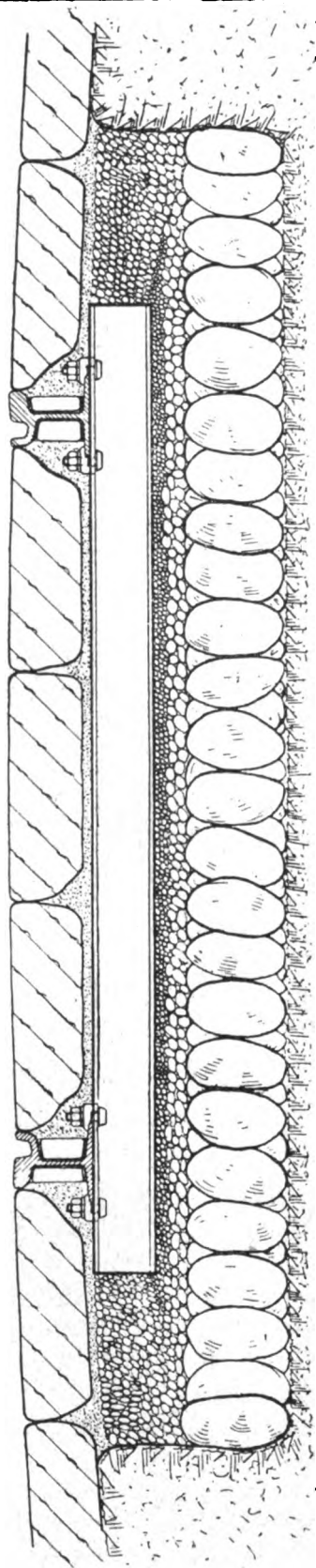



Fig 3

bilità dell'organo di presa quando questo non è del tipo strisciante ad archetto. Si è trovato che la migliore stabilità del contatto e conservazione del conduttore in curva si ha quando, vista in proiezione verticale, la traccia dell'asta di presa risulta tangente alla curva del filo aereo.

Altri miglioramenti si sono attuati con l'adozione di una morsetteria perfezionata che, evitando ogni salto, rende completamente continua la linea di contatto e prolunga la vita del filo. Attualmente è in prova la sostituzione della presa a carrucola con quella a pàttino strisciante su filo sagomato, periodicamente lubrificato con grafite oleo-colloidale, che, oltre a una riduzione del logorio del filo dal 50 al 70 %, garantisce la continuità meccanica ed elettrica del contatto con la quasi completa eliminazione dello scintillio e dei conseguenti disturbi radioacustici. Tali vantaggi compensano largamente il maggior costo di esercizio dovuto alla lubrificazione.

Quanto alla sostituzione del rame con altri metalli o leghe nazionali a base di alluminio, sembra che la mèta sia ancora lontana. L'ostacolo principale è costituito dalla minore conducibilità elettrica dell'alluminio e dalla sua minore resistenza meccanica alla trazione e all'usura. Molte prove si stanno facendo in Germania e in Italia; abbandonato il rinforzo della

sezione di alluminio mediante fili d'acciaio, che non ha avuto buon risultato, l'attuale tendenza è diretta a realizzare sezioni di filo costituite da due parti unite fra loro ad incastro: quella superiore di alluminio ha la funzione di conduttore e quella inferiore d'acciaio ha il cómpito di resistere alla trazione ed all'usura.

Passando ad esaminare la situazione relativa al materiale mobile tranviario, si nota un'importante modernizzazione delle vetture, sia nella parte veicolo che negli equipaggiamenti elettrici. L'adozione della carrozzeria a struttura metallica completamente saldata ispirata alla trave Vierendel, ha consentito l'impiego di profilati d'alluminio i quali, sebbene con sezioni maggiori, permettono una notevole riduzione del peso del veicolo.

Quanto agli equipaggiamenti elettrici si stanno superando limiti che sembravano invarcabili. L'avviamento automatico consente di realizzare senza scosse le massime accelerazioni compatibili con la comodità dei viaggiatori, non è influenzato dall'abilità del guidatore ed è ottenuto con un migliore e più regolare consumo di energia.

Le più recenti vetture presentano apparecchiature elettriche a comando elettropneumatico, portiere a manovra pneumatica, freni pneumatici a comando idraulico e carrelli con largo impiego di gomma.

Quanto al tipo dei motori vi è divergenza di opinioni, poichè alcuni preferiscono quelli compound che consentono con semplicità il ricupero dell'energia, mentre altri insistono sui vantaggi dei motori in serie a relais automatici che sono più semplici e meno ingombranti e richiedono minore manutenzione. Se si considerano le condizioni in cui si svolge il traffico nelle nostre grandi città, assai frazionato ed intenso specialmente nelle zone centrali, la possibilità del ricupero diventa esigua, per cui sembrano preferibili i motori in serie, almeno nelle città pianeggianti.

Filovie. — Quanto si è detto circa gli studi tendenti a realizzare economie nel consumo dei metalli occorrenti per le linee aeree tranviarie, vale naturalmente, anzi con maggiore portata, anche per le linee aeree filoviarie. Qui le difficoltà sono maggiori a causa dei due fili di polarità opposta che richiedono un perfetto isolamento. I relativi materiali minuti si costruiscono però ormai regolarmente in Italia.

In quasi tutte le più recenti vetture filoviarie figura il teleruttore principale o di linea, utile, anche dal punto di vista autarchico, per la conservazione dei contatti del controller; inoltre esiste l'avviamento automatico controllato da relais di accelerazione.

Nei filobus si nota la tendenza all'adozione dei motori compound, i quali, come si è già accennato, offrono vantaggi funzionali rispetto al tipo in serie, ma per contro svantaggi di peso ed ingombro; essi consentono di risparmiare, durante gli avviamenti, circa il 20 % di energia.

Il filobus è veicolo silenzioso, esente da vibrazioni e scosse per cambio di marcia. La sua funzione autarchica si rivela specialmente nelle città minori, dove il binario tranviario, ridotto in condizioni da dover essere rinnovato, può invece essere abolito. Un pregio notevole è quello di poter raggiungere forti velocità commerciali: 18 km/h nelle ore di punta e 19/20 a tarda sera, comprese le soste e le fermate ogni 200 metri.

Per quanto riguarda il consumo dei materiali d'esercizio occorrenti per le filovie, si sono fatti e si fanno notevoli progressi, anche dal punto di vista autarchico: lubrificanti a base di olio vegetale (ricino); copertoni di gomma con poche tele metalliche in sostituzione delle moltissime tele di cotone, con risparmio del 20 % di gomma impiegata e realizzazione di maggiore durata; avvicendamento delle gomme nelle varie ruote; controllo delle pressioni; raffreddamento nei mesi estivi, ecc.: un pneumatico dieci anni fa durava 20-25.000 km. in servizio urbano, mentre oggi dura da 70 a 110.000 km.

Nonostante i suaccennati progressi, l'attuale soluzione filoviaria non deve considerarsi come definitiva: sono infatti allo studio, da parte dei tecnici, nuovi tipi di filobus a maggiore ren-

dimento, più grandi e con assi estremi provvisti di accoppiamento a volta corretta rigidamente comandata, che permettono strettissimo raggio di sterzo del veicolo.

Autolince. — Passando a trattare dei trasporti automobilistici urbani, si nota che il problema che sovrasta di gran lunga tutti gli altri è quello dei carburanti. Il regime tributario in questo campo, aggravatosi notevolmente da qualche tempo, ha spinto gli studiosi e gli industriali verso il motore Diesel a nafta, per la minore esportazione di valuta richiesta dalla nafta rispetto alla benzina a parità di rendimento degli autoveicoli. Quando le nafte nazionali verranno prodotte in misura sufficiente, il motore Diesel sarà il più autarchico dei motori, sia perchè consuma meno calorie per cavallo-ora, sia perchè il suo impiego per scopi militari non potrà essere interamente abolito.

Il motore Diesel sta facendo intanto notevoli progressi: partiti dalla iniezione diretta e passati poi a quella indiretta con precamera o camera di turbolenza, si è ora tornati alla iniezione diretta ottenendo una elevatissima turbolenza mediante ben studiate forme di teste dei pistoni, fornite in alto di cavità bizzarramente foggiate. Inoltre molti studi tendono a migliorare il rendimento termico ed in potenza delle nafte a parità di potere calorifico (indice Diesel) e quindi anche ad aumentare il cosiddetto « numero di cetene » delle nafte, il quale indica in un certo senso di quanto le nafte si avvicinano al cetene nella facoltà di detonare (utile per i Diesel), contrariamente a quanto si desidera per le benzine.

La questione degli autobus ad accumulatori elettrici merita anch'essa un cenno. Si nota che gli stessi fautori di tale sistema riconoscono che il còmpito delle batterie di trazione, quando queste debbano essere applicate economicamente, deve essere mantenuto in quei limiti di utilizzazione, di peso del veicolo e di autonomia che furono in passato fissati e che i debolissimi progressi realizzati nella costruzione degli accumulatori non hanno ancora consentito di variare.

Un altro problema interessante è quello dei gassogeni. Molto si è sperato, e troppo affidamento si era fatto su questo sistema. L'esperienza ha dimostrato che, anche per il gassogeno, esiste un campo di applicazione a limiti ben definiti. Gli attuali gassogeni sono troppo costosi specialmente per la manutenzione dei generatori e per l'alto costo della legna, e inoltre presentano l'inconveniente della elevata tossicità dei gas provenienti dal generatore che inevitabilmente si diffondono nelle rimesse. È da augurarsi che gli studi portino in questo campo a seri miglioramenti.

In ultimo occorre esaminare il sistema di carburazione a gas metano naturale. Purtroppo in questo campo la conoscenza scientifica sia delle qualità del gas che delle possibilità del sottosuolo italiano è un po' in ritardo rispetto alla diffusione raggiunta da tale sistema. Poco note sono ancora le caratteristiche di qualità e di comportamento del gas nonchè quelle del ciclo termico del relativo motore, per cui ancora ferve la discussione e i pareri sono discordi fra scienza e industria.

Dal punto di vista autarchico il metano risponde in via quasi assoluta; da quello economico invece il problema è ancora insoluto, perchè i costosi sistemi attualmente in uso sono adattabili convenientemente soltanto dove prima si usava il motore a benzina. Ad ogni modo gli studi continuano, e sono in prova anche alcuni provvedimenti per diminuire i costi: fra essi si nota un sistema comodo, sperimentato a Milano, per il travaso dei recipienti di gas in pressione mediante liquidi compensatori dei volumi, nonchè la liquefazione del metano.

Per le ragioni sopra esposte nei servizi urbani, date le potenze in gioco regnava e regna ancora da anni sovrano il motore Diesel.

Concludendo, non si può certo affermare che nei trasporti urbani si sia raggiunta la completa autarchia, e ciò è più che giustificato dal fatto che in tale industria un posto preminente è tenuto da materie d'importazione: ferro, rame, nichel e carburanti; tuttavia è positivo che molto cammino è già stato percorso sulla strada buona. — G. Robert.

(B. S.) L'adozione di leghe di magnesio per le macchine elettriche (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 9 giugno 1938).

Le esperienze fatte in questi ultimi tempi hanno dimostrato che, adottando leghe di magnesio in luogo del ferro inattivo nelle macchine elettriche, si possono ottenere grandi vantaggi economici, e specialmente quello, assai importante ai fini autarchici, del risparmio di materiali pregiati, e specialmente del rame. Tanto la buona conducibilità elettrica, quanto il miglioramento della trasmissione di calore ottenibile mediante un migliore procedimento di fusione dei pezzi delle macchine, assicurano un ottimo sfruttamento, tanto ai fini elettrici che magnetici, del materiale in discorso.

Si deve premettere che la sostituzione del ferro inattivo o dell'alluminio, adottato nelle piccole macchine elettriche, con le leghe di magnesio non porterebbe alcun vantaggio, se si seguissero gli identici concetti per la costruzione e l'aereazione. Ciò perchè in questo caso non potrebbero utilizzarsi affatto o soltanto in minima parte le proprietà di questo materiale leggiero. Si conoscono però ormai sistemi di costruzione che permettono di trarre partito dalle proprietà del nuovo materiale, e che permetteranno quindi di sfruttarlo al massimo.

FIG. 1. — Pacchetto lamellare di un motore a corrente alternata da 3 Kw., 1500 giri al 1', con carcassa fusa intorno, e costituita di lega di magnesio.

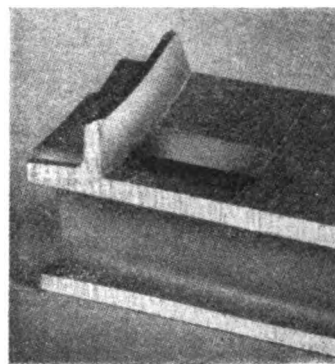



FIG. 2. — Pezzo di prova di una carcassa fusa intorno al pacco lamellare

L'articolo tratta separatamente delle due questioni, e cioè della buona conducibilità termica del materiale, e del miglioramento dello scambio di calore ottenibile mediante più razionali fusioni dei pezzi, rese possibili dall'adozione del materiale stesso. La fig. 1 rappresenta un pacco lamellare di un motore a corrente alternata a quattro poli, di tipo chiuso, munito di carcassa di lega al magnesio. Il diametro esterno delle lamelle è di 196 mm. Dopo alcuni tentativi fatti con la forma di fusione usata per l'alluminio, si sono ottenuti risultati soddisfacenti La fig. 2 rappresenta un pezzo di una fusione di prova. Si vede bene lo strato di lamelle, e si può riconoscere che è ottimo il contatto termico nel punto di incontro tra lamelle e mantello. La perdita di calore nella carcassa stessa può essere trascurata, a causa della buona conducibilità del metallo. Si hanno in definitiva minori temperature negli avvolgimenti; tale circostanza può essere sfruttata o per migliorare il rendimento della macchina oppure per aumentare, a parità di rendimento, la potenza ottenibile dalla macchina oppure per conseguire un risparmio di rame. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Risparmio di leghe contenenti nickel nella costruzione di reostati (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 16 giugno 1938).

La Germania deve importare il nickel; e pertanto da tempo sta studiando tutti i mezzi possibili per diminuire il fabbisogno di questo materiale. Ora, nella costruzione dei reostati il nickel entra con percentuali altissime: già per un campo di applicazione di 550° C il contenuto

di nickel delle leghe normalmente usate arriva al 50 %. Si vede perciò quale importanza assuma ai fini autarchici un tale studio. Si premette che si tratterà soltanto dei reostati in aria, cioè di quelli che scambiano il calore direttamente con l'aria ambiente; non sono compresi, quindi, i reostati a raffreddamento forzato nè quelli destinati a stare racchiusi in cassette.

Si rammenterà anche che, nella costruzione di reostati, i fattori determinanti sono: l'intensità di corrente di passaggio, il valore della resistenza elettrica, e finalmente il massimo riscaldamento ammissibile. Inoltre possono avere importanza l'ingombro e il peso totale. Naturalmente, gli studi fatti allo scopo di conseguire economia di materiale pregiato sono partiti dalla condizione di mantenere le esigenze di tali fattori determinanti. L'articolo dimostra, in base al calcolo, che si può conseguire una notevole economia di nickel soltanto suddividendo opportunamente in rami paralleli la resistenza complessiva che si vuole ottenere mediante il reostato; e ciò, beninteso, senza aumentare l'ingombro, il peso totale ed il costo. Senza riportare il calcolo, ci limiteremo a pubblicare l'interessante diagramma a cui si perviene in base a quello ed alle applicazioni a casi pratici. In esso la curva 2 rappresenta la variazione del prezzo totale di un particolare reostato, delle seguenti caratteristiche: $I = 40\ A^2$, $R = 2\ \Omega$, riscaldamento ammissibile 200°. Costruttivamente esso si compone di un telaio di ferro attorno al quale sono disposte spirali fissate a piccoli isolatori, di maniera che la distanza dei punti di sostegno sia di circa 150 mm. La curva mostra che il prezzo totale minimo si ha per circa 4 branche parallele. Si verifica poi che l'impiego di lega per la costituzione della resistenza e quindi il fabbisogno di nickel si riduce a circa il 19 % di quello che si avrebbe costruendo il reostato a una sola branca. Il diametro del filo, nella costruzione a rami paralleli, è sempre di 2 mm., cioè si ha un conduttore che non presenta nessuna difficoltà costruttiva. Il costo totale si riduce frattanto a circa il 70 %; con un ingombro pari a quello che si avrebbe con la costruzione a semplice ramo, la costruzione a quattro gruppi paralleli permette un aumento del valore della pendenza della spirale del 75 %. Il peso totale rimane presso a poco identico. Il maggior peso degli organi di collegamento e di fissaggio è compensato all'incirca dal minor peso del metallo costituente la resistenza.

Peso, costo, lunghezza della spirale e ingombro di superficie di reostati, in dipendenza della suddivisione in rami paralleli.

Curva 1 = lunghezza della spirale.
» 2 = costo totale (nel caso particolare preso in esame nel testo).
» 3 = ingombro teorico in superficie.
» 4 = peso del materiale costituente il reostato.
» 5 = costo del materiale costituente il reostato.

La costante di tempo dei reostati costruiti col sistema suddetto è limitata, in confronto con altri apparecchi elettrici (per esempio, stufe elettriche, macchine, ecc.). Perciò i reostati la cui durata di carico è di qualche minuto, devono essere considerati, agli effetti del riscaldamento limite, quasi come reostati sottoposti a carico continuativo. Per i reostati invece destinati a carichi brevissimi (per esempio reostati di inserzione), si deve tener a base del calcolo il calore immagazzinato. In ogni modo, vi deve essere la sicurezza che le durate di carico prese a base, non siano superate.

L'A. conclude che i risultati sopra esposti devono essere interpretati opportunamente, a seconda delle varie leghe e delle costanti dei materiali impiegati. Resta però accertato che la dispo-

sizione in parallelo di vari rami nei reostati permette un sensibile risparmio di materiali che si devono importare dall'estero, risparmio che parte da un minimo del 50 %. Di fronte a questo fatto, che nelle contingenze attuali assume una importanza enorme, possono essere trascurate anche considerazioni di economia assoluta. — F. Bagnoli.

(B. S.) Censimento del movimento viaggiatori nei servizi urbani e suburbani di Copenhagen (*Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen*, maggio 1938).

Le Ferrovie danesi dello Stato hanno effettuato il 9 dicembre 1937 un censimento del movimento viaggiatori sulla ferrovia di città e sulle ferrovie suburbane di Copenhagen, nonchè sui corrispondenti tratti delle coincidenti linee di grande comunicazione, allo scopo di ottenere sicure indicazioni numeriche sulla utilizzazione dei singoli percorsi e delle singole stazioni, sulla lunghezza media dei viaggi, sulle fluttuazioni di traffico nelle singole ore della giornata e sul movimento di trasbordo fra le singole linee considerate, specialmente in relazione all'uso della tariffa particolarmente bassa in vigore per i viaggi sulla ferrovia di città.

In relazione altresì alle trattative in corso fra le Ferrovie danesi dello Stato e l'azienda tramviaria della città di Copenhagen circa la possibilità di realizzare una più stretta collaborazione fra i due mezzi di comunicazione mediante l'istituzione di un biglietto di coincidenza fra ferrovia e tramvia, il censimento stesso doveva servire anche a raccogliere elementi in base ai quali poter stabilire se la ferrovia di città potrebbe sopportare un eventuale aumento di traffico derivante dalla istituzione di un tale biglietto di coincidenza per la utilizzazione promiscua dei due mezzi di comunicazione.

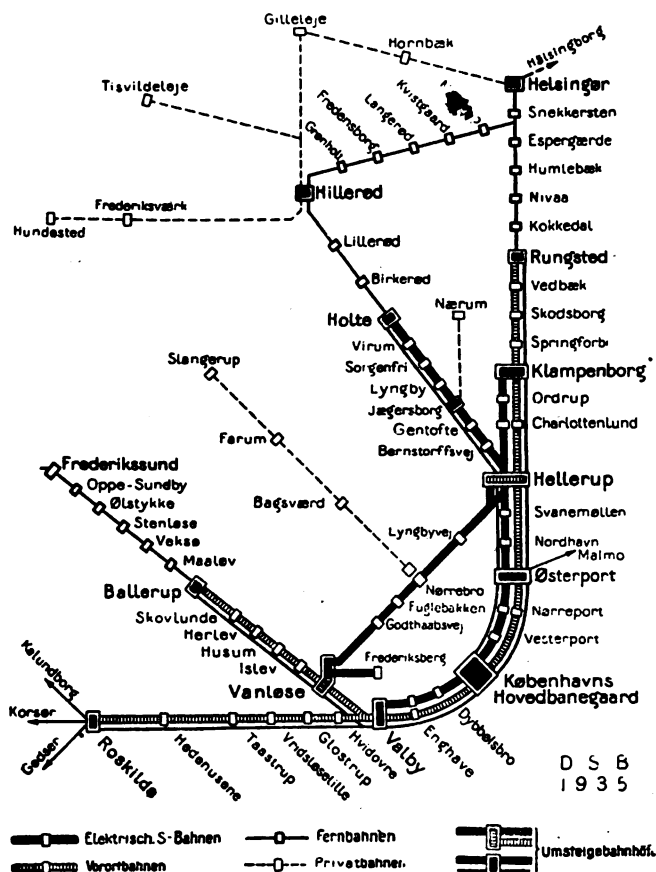



Fig. 1. — Elektrische S-Bahnen = linee di città elettrificate; Vorortbahnen = linee suburbane; Fernbahnen = linee di grande comunicazione; Privatbahnen = linee private; Umsteigebahnhöfe = stazioni di trasbordo (coincidenza).

La rete ferroviaria interessante la capitale danese (fig. 1) è costituita dalle seguenti linee:

1) linee elettrificate Valby-Copenhagen Centrale-Hellerup e diramazioni per Klampenborg, Holte e Frederiksberg, delle quali la Valby-Hellerup e la Frederiksberg-Hellerup costituiscono propriamente la ferrovia di città;

2) la ferrovia costiera Copenhagen Centrale-Rungsted-Helsingor;

3) la ferrovia del nord (Copenhagen Centrale-Hillerod-Helsingor);

4) la ferrovia dello Stretto di Frederik (Copenhagen Centrale-Vaby-Frederikssund);

5) la ferrovia di Roskilde (Copenhagen Centrale-Roskilde).

Il censimento doveva essere eseguito a mezzo di apposite schede da consegnarsi a ciascun viaggiatore nella stazione di partenza per essere poi ritirate nella stazione di arrivo. Ma poichè esso doveva servire a raccogliere elementi non soltanto su particolari di esercizio, ma altresì su questioni

d'ordine tariffario, era d'uopo stabilire anche l'entità della utilizzazione dei diversi tipi di biglietto (carte di libera circolazione, biglietti di abbonamento per l'intera rete, biglietti mensili per viaggi fra due determinate stazioni, biglietti settimanali, biglietti semplici e di andata e ritorno, biglietti a fascicolo per viaggi a tariffa ridotta sulla ferrovia di città).

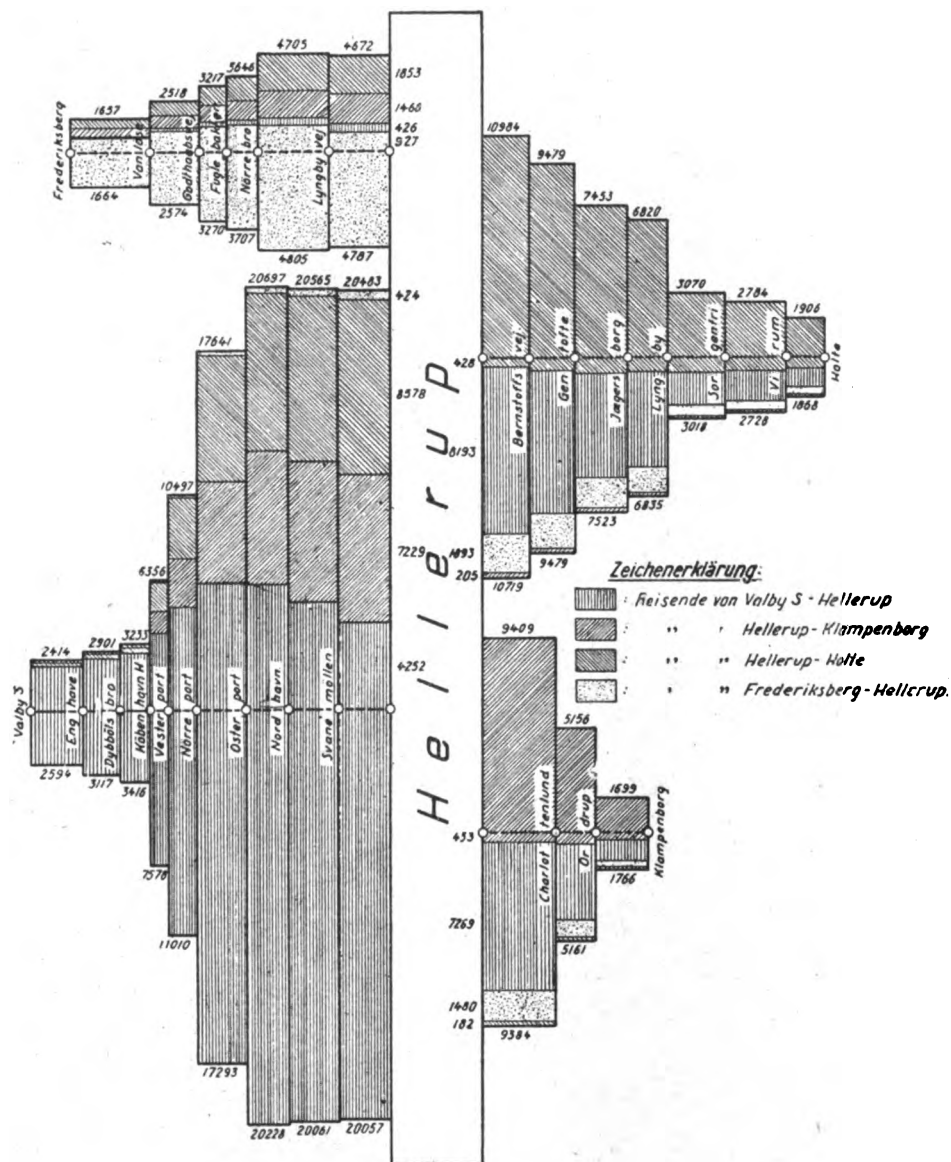



FIG. 2. -- Reisende von = Viaggiatori da

Ad evitare però l'uso di altrettante serie di schede quante le diverse specie di biglietti in uso, si è fatto ricorso ad una unica scheda, stabilita in modo da soddisfare a tutte le esigenze del lavoro di censimento e contenente perciò, al disopra dei due numeri individuanti rispettivamente la stazione di emissione ed il numero d'ordine della scheda (cominciante da 0 per ciascuna stazione), anche le indicazioni delle sigle individuanti le varie specie di biglietti di cui erano in possesso i viaggiatori, fatta eccezione per i biglietti mensili di uso più generale.

All'atto della consegna della scheda al viaggiatore, questa veniva contrassegnata, con un tratto in matita azzurra o con perforazione, nella casella indicante il tipo di biglietto, lasciando però intatta la scheda che veniva consegnata ai portatori di biglietti mensili; ciò che ha permesso di provvedere con tutta speditezza e senza incaglio di sorta alla regolare consegna e marcatura delle

schede di censimento in relazione ai biglietti posseduti, anche nelle ore di più intenso movimento.

Ai viaggiatori affluenti nella zona di censimento con i treni delle grandi linee veniva consegnata in treno una apposita scheda, senza apporvi però alcun contrassegno.

La quantità delle schede consegnate ai viaggiatori è stata contata nelle rispettive stazioni di partenza di ora in ora ed inscritta in apposite distinte; le schede ritirate nelle stazioni di arrivo sono state riunite pure di ora in ora e, quindi, ripartite per stazioni di emissione e per specie di biglietto, inscrivendone le quantità in altre apposite distinte. Per l'accertamento di alcuni dati speciali, come ad esempio la utilizzazione di alcuni determinati treni o gruppi di treni, le schede ritirate all'arrivo dei rispettivi treni venivano raccolte e trattate distintamente dalle altre.

Mercè l'interessamento del personale ferroviario e la collaborazione dei viaggiatori, il censimento si è svolto senza difficoltà e le relative operazioni sono state eseguite senza far uso di macchine con schede perforate, ma unicamente con l'impiego di macchine calcolatrici « comptometer ».

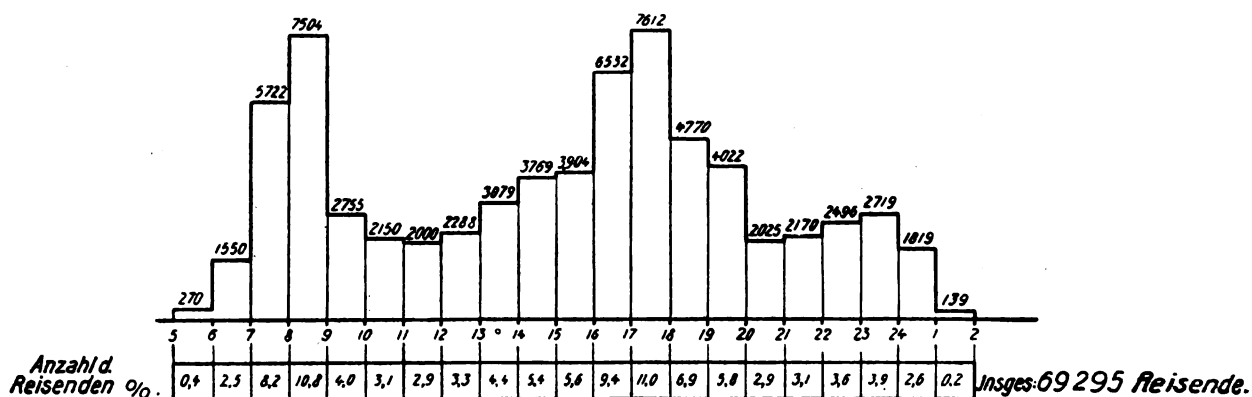



FIG. 3. — Anzahl der Reisenden % = quantità percentuale dei viaggiatori.
Jnsges: 69295 Reisende = in totale: 69295 viaggiatori.

Il movimento complessivo nella giornata considerata è risultato di 94.176 viaggiatori, dei quali 5016 nella direzione da e per stazioni ad ovest di Roskilde, così che nel servizio urbano e suburbano propriamente detto è risultato un quantitativo di 89.160 viaggiatori con una somma di 1.066.029 viaggiatori-km. corrispondente ad un percorso medio di km. 11.950 per viaggio.

I risultati numerici del censimento sono stati poi rappresentati graficamente a scopo di ulteriori studi.

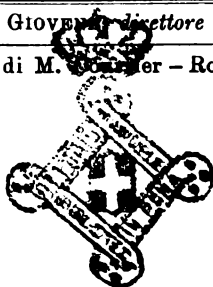
Ad esempio, il grafico rappresentato nella fig. 2 indica la frequenza sulle linee elettrificate di cui al n. 1 e le reciproche relazioni di traffico riferite al nodo di Hellerup, mettendo in speciale evidenza le diverse entità del movimento viaggiatori su ciascuna delle quattro linee elettrificate affluenti all'anzidetto nodo, distintamente per i singoli tratti da stazione a stazione.

Da esso risulta poi in particolar modo l'intenso movimento che si ha sulle linee Hellerup-Valby e Hellerup-Frederiksberg, costituenti come già accennato, la rete urbana propriamente detta, in dipendenza delle forti quantità di viaggiatori in provenienza od in destinazione dei sobborghi della Capitale, mentre il movimento proprio di città e quello sulle linee vicinali Hellerup-Klampenborg e Hellerup-Holte risultano in proporzioni relativamente ridotte.

Il grafico rappresentato nella fig. 3 indica invece la diversa affluenza dei viaggiatori in partenza dalle stazioni delle linee urbane nelle singole ore della giornata e mette in evidenza come la massima affluenza si verifichi nei periodi di maggior lavoro, dalle ore 6 alle 9 e dalle ore 16 alle 19, con una percentuale complessiva del 48,5 % sul movimento totale della giornata, mentre un'altra forte affluenza, ma in minore proporzione, risulta nelle ore serali in dipendenza del movimento per i teatri ed altri luoghi di svago.

È stato però progettato di ripetere il censimento in uno dei mesi estivi, occorrendo raccogliere ancora altri elementi, prima di addivenire ad una decisione nelle trattative fra Ferrovie danesi dello Stato e azienda tramviaria di Copenhagen per la eventuale istituzione di un servizio di corrispondenza fra ferrovie urbane e tramvia. — L. PETRORO.

Ing. NESTORE GIOV[illegible] direttore responsabile

Stabilimento Tipografico Armani di M. [illegible]er – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

NOVEMBRE 1938-XVII

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1938 656 . 222 (.45)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 138.
L'elettrotreno alla velocità commerciale di 155 Km./ora sui 214 Km. della Roma-Napoli. Pag. 2 ½, fig. 3.

1938 625 . 244 (.45)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 140.
G. Del Guerra. Nuovi carri refrigeranti delle Ferrovie Italiane dello Stato, pag. 8 ½, fig. 7.

1938 621 . 873
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 148.
G. Cavallini. Le gru nelle sottostazioni di conversione a corrente continua a 3 Kv., pag. 30, fig. 21, tav. 1.

1938 725 : 311 (.45)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 180.
R. Narducci. I nuovi fabbricati delle stazioni di Loano e Albenga, pag. 6 ½, fig. 13.

1938 002
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 139 (Informazioni).
Il « Centro Volpi di elettrologia » - L'opera di documentazione.

1938 625 . 143
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pagg. 147 e 186 (Informazioni).
I temi della IV riunione internazionale della rotaia.

1938 385 . (093 (.438+475)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 178 (Informazioni).
Ristabilimento delle Comunicazioni ferroviarie fra Lituania e Polonia, pag. 2, fig. 1.

1938 625 . 335 : 621 . 431 . 72
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 187 (Libri e Riviste).
Locomotiva elettrica trasformata in Diesel-Elettrica, pag. 1 ½.

1938 625 . 285 . 012 . 24
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 188 (Libri e Riviste).
Rotture degli assi di automotrici, pag. 1 ½, fig. 2.

1938 625 . 143 . 48 (.438)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 190 (Libri e Riviste).
La saldatura nel servizio di manutenzione delle linee presso le Ferrovie dello Stato Polacche, pag. ½.

1938 621 . 431 . 72
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 190 (Libri e Riviste).
Grandi locomotive Diesel, pag. 1.

1938 621 . 316
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 191 (Libri e Riviste).
Il dirigente centrale per la distribuzione di energia elettrica di Parigi, pag. 3, fig. 3.

1938 621 . 431 . 72 (. 73)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, settembre, pag. 194 (Libri e Riviste).
Una missione francese agli Stati Uniti per studiare l'impiego e la manutenzione dei treni Diesel americani, pag. 2.

L'Ingegnere.

1938 656 . 13
L'Ingegnere, 15 agosto, p. 478.
E. Girola. La politica automobilistica. Riflessi militari del problema, pag. 4.

1938 621 . 315 . 66
L'Ingegnere, 15 agosto, p. 498.
F. S. Rossi. Sulla capacità di carico dei pali, p. 3, fig. 3.

1938 691 . 54
L'Ingegnere, 15 settembre, p. 577.
Q. Sestini. A proposito di supercementi, p. 3.

L' Industra Meccanca.

1938 621 . 9
L'Industria Meccanica, luglio, pag. 569.
C. A. Cavalli. Le moderne tendenze nella costruzione delle macchine utensili, pag. 2 ½, fig. 4.

1938 669 . 14 (.45)
L'Industria Meccanica, luglio, pag. 663.
T Natale. Alcuni indirizzi autarchici nel campo degli acciai, pag. 5, fig. 2.

1938 669 . 14 . 863
L'Industria Meccanica, luglio, pag. 682.
V. P. Sacchi. La protezione - decorazione del ferro e dell'acciaio con depositi galvanici di nichel e di cromo. Scelta del sistema protettivo - decorativo, pag. 10, fig. 7.

1938 621 . 9
L'Industria Meccanica, settembre, pag. 741.
C. A. Cavalli. Macchine utensili alla fiera di Milano, pag. 7, fig. 16.

1938 669 . 15
L'Industria Meccanica, settembre, p. 748.
M. Prever. Rapporti tra scienza ed industria nel campo dei trattamenti termici, pag. 4 ½.

L'Elettrotecnica.

1938 621 . 316 . 5
L'Elettrotecnica, 25 settembre, pag. 646.
E. Ortensi. Evolversi delle funzioni e requisiti tecnici dei moderni interruttori di circuito di media e grande capacità. Criteri per la scelta, p. 8 ½, fig. 29.

1938 656 . 25
L'Elettrotecnica, 25 settembre, pag. 661.
M. Righi. I segnali permanentemente luminosi ferroviari pag. 1.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1938 656 . 222 . 1
Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 1049.
WIENER (L.). Vitesses et services des trains en 1938, pag. 50, fig. 12.

1938 621 . 132 . 8 (.44) & 621 . 43 (.44)
Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre p. 1099.
TOURNEUR. Locomotives Diesel-électriques à grande vitesse de la Société Nationale des Chemins de fer français, pag. 28 fig. 22.

1938 621 . 134 . 5 (73), 621 . 135 . 2 (73) & 625 . 214 (. 73)
Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 1127.
RIBOLD (J.). Le graissage dans les chemins de fer aux Etats-Unis, pag. 20 fig. 17.

1938 621 . 335 (.45) & 621 . 338 (45)
Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 1148.
Les trains électriques aérodynamiques Breda de 900 ch., pag. 8 fig 10.

1938 625 . 215
Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 1156.
COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. Points and crossings, with explanatory notes and formulae for the 5'-6" gauge. (Branchements et traversées de voies, avec notes explicatives et formules pour la voie de 1 m. 676), par K. N. SALKADE, pag. 1.

1938 385 . (06 . 111
Bull. du Congrès des ch. de fer, ottobre, p. 1157.
Documents officiels de la Commission permanente de l'Association Internationale du Congres des chemins de fer. Réunion du 9 juillet 1938 de la Commission Permanente. (Annexe: Liste des Membres de la Commission Permanente - 9 juillet 1938), pag. 4.

Revue Générale des Chemins de fer.

1938 621 . 331 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 81.
L'électrification de la ligne de Paris au Mans. — Les installations fixes, pag. 20, fig. 12.

1938 621 . 331 (44)
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 101.
L'électrification de la ligne de Paris au Mans. — Le matériel roulant électrique, pag. 26, fig. 15.

1938 656 . 1 . 03
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 125.
Les C. F. à l'étranger. — D'après « The Journal of the Institute of Transports » de Mai 1938.
Les conventions et la réglementation des tarifs dans les transports routiers, pag. 2.

1938 656 . 211 (43)
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 127.
Les C. F. à l'étranger. — D'après « die Reichsbahn » du 16 Mars 1938.
La transformation de la gare de Cologne, pag. 2, fig. 7.

1938 656 . 256
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 129.
Les C. F. à l'étranger. — D'après « The Railway Gazette » du 15 avril 1938.
Régulation automatique du voltage du courant d'alimentation des signaux lumineux, pag. ½, fig. 1.

1938 625 . 245 . 6 (42)
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 129.
Les C. F. à l'étranger. — D'après « The Railway Gazette » du 8 Avril 1938.
Citernes rail-route pour le transport des huiles comestibles sur le L.M.S.R., pag. 2, fig. 3.

1938 621 . 79
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 131.
Les C. F. à l'étranger. — D'après la « Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure » du 23 Avril 1938.
Le chromage durcissant, pag. ½.

1938 625 . 212 . 5
Revue Générale des Chemins de fer, settembre pag. 131.
Les C. F. à l'étranger. — D'après « The Railway Gazette » du 22 Avril 1938 et « The Engineer » du 29 Avril 1938. La conicité des bandages, pag. ½.

1938 625 . 137
Revue Générale des Chemins de fer, settembre, pag. 132.
Les C. F. à l'étranger. — D'après « die Reichsbahn » du 30 Mars 1938.
Les nouveaux ponts sur le Rhin à Spire et à Maxau, pag. 2, fig. 6.

LINGUA TEDESCA

Glasers Annalen.

1938 625 . 144 . 5/8 (.73)
Glasers Annalen, 15 luglio, pag. 195.
WERNEKKE. Gleisbau und Gleispflege mit mechanischen Hilfsmitteln in den Vereinigten Staaten, pag. 5 ½, fig. 5.

1938 625 . 2 : 669 . (71+72)
Glasers Annalen, 15 agosto, pag. 227.
F. ZEMLIN. Leichtmetall im Waggonbau, pag. 2.

1938 621 . 181 . 646
Glasers Annalen, 1° settembre, pag. 237.
P. WIESSNER. Erzeugung von Dampf und Warmwasser in Elektrokesseln, pag. 1 ½.

1938 385 . (09 (.42)
Glasers Annalen, 15 settembre, pag. 247.
WERNEKKE. Einiges von den englischen Eisenbahnen, pag. 3.

1938 621 . 135 . 4
Glasers Annalen, 15 settembre, pag. 250.
AVENMARG. Kurvenbeweglichkeit vielachsiger Lokomotiven, pag. 2 ½, fig. 6.

Verkehrswirtschaftliche Rundschau.

1938 656 . 2 . 072
Verkehrswirtschaftliche Rundschau, luglio, p. 16.
E. GENSCH. Die Reinigung der Personenfahrzeuge der Deutschen Reichsbahn, pag. 6 ½, fig. 6.

1938 621 . 33 (.43)
Verkehrswirtschaftliche Rundschau, sett., p. 8.
A. KOCH. Die elektrisierungsarbeiten der Reichsbahn in der Ostmark, pag. 5, fig. 6.

Die Lokomotive

1938 621 . 132 . 63
Die Lokomotive, settembre-ottobre, pag. 151.
Die Schwerste Tenderlokomotive Europas, pag. 1, fig. 1.

Digitized by Google

1938 621 . 13 : 621 . 335
Die Lokomotive, settembre-ottobre, pag. 152.
Praktischer Vergleich von Dampfs- und elektrischen Lokomotiven hinsichtlich tatsächlicher Zugleistungen auf den österreichischen Bundesbahnen, pag. 4.

Elektrotechnische Zeitschrift.

1938 621 . 82 : 621 . 313
Elektrotechnische Zeitschrift, 22 settembre, p. 1011.
P. Bluhm. Gleitlager im Elektromaschinenbau, pag. 3, fig. 6.

1938 621 . 317 . 755
Elektrotechnische Zeitschrift, 29 settembre, p. 1035.
S. Buchkremer Neuere Konstruktive Entwicklung der Hochleistungs-Kathodenstrahloszillographen, pagine 3, fig. 2.

1938 621 . 435
Elektrotechnische Zeitschrift, 29 settembre, p. 1041.
R. Pawlikowski. Der Kohlenstaubmotor, pag. 1 ½, fig. 2.

LINGUA INGLESE
Mechanical Engineering.

1938 621 . 792
Mechanical Engineering, giugno, pag. 485.
H. R. Wass. Welding applied to plant maintenance and repairs, pag. 4, fig. 7.

1938 621 . 431 . 72
Mechanical Engineering, agosto, pag. 601.
C. G. A. Rosen. Mechanical problems in Diesel-tractor design, pag. 6, fig. 9.

1938 621 . 18
Mechanical Engineering, settembre, pag. 669.
E. T. Sauer, H. B. H. Cooper, G. A. Akin, W. H. McAdams. Heat transfer to boiling liquids, pag. 6 ½, fig. 13

1938 624 . 042 . 8
Mechanical Engineering, settembre, pag. 696.
R. K. Bernhard. Dynamic relations between mowing loads and structures, pag. 7, fig. 11.

The Railway Gazette

1938 625 . 143 . 48
The Railway Gazette, 3 giugno, pag. 1076.
O. Bondy. Railway welding progress in 1937, pag. 3, fig. 4.

1938 621 . 431 . 72
The Railway Gazette, Diesel Ry. Traction Supplement, 10 giugno, pag. 1134.
4.000 B HP Diesel locomotive for Mountain line, pag. 15, fig. 21.

1938 621 . 431 . 72 (.437)
The Railway Gazette, Diesel Ry. Traction Supplement, 8 luglio, pag. 93.
G. Hargavi. Thirteen years of Diesel traction in Czechoslovakia, pag. 3, fig. 5.

1938 621 . 431 . 72 (.44)
The Railway Gazette, Diesel Ry. Traction Supplement, 8 luglio, pag. 98.
Express Diesel-electric locomotives in France, pag. 5 ½, fig. 7.

1938 624 . 3 (.489)
The Railway Gazette, 15 luglio, pag. 120.
New Limfyord bridge, Danish State Railways, pag. 2, fig. 4.

1938 621 . 187
The Railway Gazette, 15 luglio, pag. 123.
A remarkable boiler explosion in France, pag. 3, fig. 5.

1938 625 . 2 (.82)
The Railway Gazette, 22 luglio, pag. 156.
New Argentine Coaching stock, pag. 1, fig. 2.

1938 625 . 143 . 5
The Railway Gazette, 22 luglio, pag. 157.
An effective fastening for flat-bottom track, pag. 1, fig. 8.

1938 656 . 212 (.42)
The Railway Gazette, 22 luglio, pag. 161.
King's Cross goods station remodelling, L.N.E.R., pag. 4 ½, fig. 6.

1938 621 . 335
The Railway Gazette, Electric Railway Traction Suppplement, 22 luglio, pag. 189.
E. H. Croft. The electric locomotive as a vehicle, pag. 3, fig. 6.

1938 621 . 431 . 72 (497 . 1)
The Railway Gazette, Diesel Railway Traction Supplement, 5 agosto, pag. 266.
Express narrow-gauge Diesel-mechanical trains in Jugoslavia, pag. 10, fig. 11.

The Engineer.

1938 621 . 431 . 72 (.498)
The Engineer, 20 maggio, pag. 570.
Main line oil-electric locomotive for Romania, pag. 5, fig. 12.

1938 621 . 43
The Engineer, 10 giugno, pag. 641.
J. R. Kingston e W. R. Powell. A precombustion ignition Coal oil engine, pag. 2 ½, fig. 6.

1938 624 . 2 : 621 . 791
The Engineer, 17 giugno, pag. 675.
Failure of the Hasselt welded bridge, pag. 1, fig. 2.

Railway Age.

1938 656 . 22 (. 73)
Railway Age, 18 giugno, p. 1001.
Pullman builds new equipment for Brodway and Century trains, pag. 14, con fig.

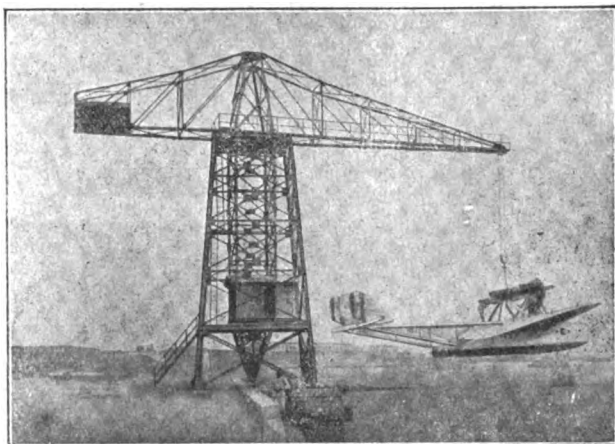
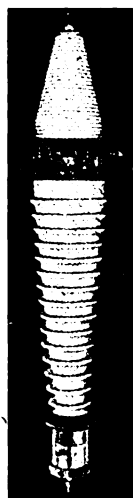
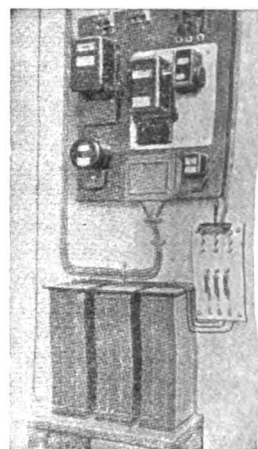
1938 625 . 143 . 4 (. 73)
Railway Age, 25 giugno, p. 1042.
A. N. Talbot. Finding the answer to the rail joint problem, pag. 4, fig. 8.

1938 621 . 132 (. 73)
Railway Age, 25 giugno, pag 1048.
High-capacity passenger power for Southern Pacific. Second lot of streamline locomotives of the 4-8-4 type develop a maximum tractive force of 75.000 lb. with 80—in. driving wheels, pag. 2, fig. 1.

1938 621 . 132 . 7 (.73)
Railway Age, 9 luglio, pag. 42.
Ten articulated locomotives for the D. e R. G. W., pag. 3, fig. 4.

1938 625 . 23 (.73)
Railway Age, 9 luglio, pag. 68.
Lightweight de luxe Coaches for the New York Central, pag. 2, fig. 3.

1938 620 . 156
Railway Age, 23 luglio, pag. 135.
Results of fatigue tests on 11 ½ in unrolled and rolled axles described at the June meeting of the A.S.M.E., pag. 4, fig. 8.

1938 625 . 2 — 597 . 2
Railway Age, 6 agosto, pag. 216.
The friction of brake shoes at high speed and high pressure, pag. 4, fig. 4.

CESSIONE DI BREVETTI

La HASLER A. G. vormals Telegraphenwerkstatte Von G. HASLER, a Berna (Svizzera) proprietaria dei seguenti brevetti industriali italiani :

n. 310711 del 25 novembre 1932 per
" Macchina per stampigliare valori "

n. 330656 del 2 giugno 1934 per
" Indicatore di velocità per motrici ferroviarie con dispositivo per la registrazione di più segnali "

desidera entrare in trattative con industriali italiani per la cessione o la concessione di licenze d'esercizio dei trovati suddetti.

Per informazioni e schiarimenti rivolgersi:

Ing. BARZANO' & ZANARDO - Via S. Spirito N. 14 - MILANO

SPAZIO DISPONIBILE

ANNO XXVII - VOL. LIV - N. 6. RIVISTA MENSILE Roma, 15 dicembre 1938 (Anno XVII)

Abbonamento annuo: Pel Regno L. **72;** per l'Estero (U. P.) L. **120.** Un fascicolo separato rispettivamente L. **7,50** e L. **12,50**

Si distribuisce gratuitamente a tutti i soci del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

Quota annuale di associazione L. 36

Abbonamento annuo di favore a L. 36 per gli impiegati non ingegneri, appartenenti alle Ferrovie dello Stato all'Ufficio Speciale delle Ferrovie ed a Società ferroviarie private.

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

PUBBLICATA A CURA DEL

Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari Italiani

COL CONCORSO DELL'AMMINISTRAZIONE DELLE

FERROVIE DELLO STATO

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE
PRESSO IL "COLLEGIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI FERROVIARI ITALIANI"
ROMA - Via delle Terme di Diocleziano, 90 - Telefono 44-303

SOMMARIO

Anno XXVII - Vol. LIV 15 Dicembre 1938 - Anno XVII - N. 6

RIVISTA TECNICA
DELLE
FERROVIE ITALIANE

Gli articoli che pervengono ufficialmente alla "Rivista„ da parte delle Amministrazioni ferroviarie aderenti ne portano l'esplicita indicazione insieme col nome del funzionario incaricato della redazione dell'articolo.

CONTRIBUTO ALL'AUTARCHIA

Sulla possibilità di rendere sufficiente l'olio di catrame minerale di produzione nazionale alla conservazione delle traverse di legno delle Ferrovie dello Stato

Dott. A. BREAZZANO, già del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni (Sezione Ferroviaria)

« Ancora una volta sia affermato nel modo più esplicito e solenne — e tutti gli Italiani mi ascoltino — che il Regime è fondamentalmente impegnato nella battaglia autarchica, che significa la indipendenza della Patria. La Scienza ci dà le armi fondamentali per il nostro riscatto: sarebbe follia e suicidio non servirsene ».

MUSSOLINI

(Discorso alle Maestranze di Torre di Zuino il 21-9-1938-XVI)

Riassunto. — L'A. espone i risultati favorevoli di Laboratorio avuti usando una soluzione al 5 % di olio di catrame minerale in tetracloruro di carbonio per la immunizzazione del legno delle traverse ferroviarie. L'uso di tale soluzione, se attuato praticamente, renderebbe il quantitativo di olio di catrame minerale di produzione nazionale sufficiente per la conservazione di tutte le traverse di legno necessarie alle Ferrovie dello Stato e potrebbe liberare la Nazione dall'onere rilevante che annualmente sopporta per l'acquisto di olio di catrame minerale all'estero. Il tetracloruro di carbonio dopo la iniezione delle traverse può essere ricuperato in laboratorio fino al 99 % della quantità usata e può essere utilizzato nelle iniezioni successive. L'uso di detta soluzione, con la quale si avrebbe una uniforme iniezione, assicurerebbe pure una maggior durata delle traverse e quindi un risparmio nell'acquisto di esse.

Per la conservazione delle traverse di legno per armamento l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ricorre alla iniezione con l'olio di catrame minerale, che, senza dubbio, è la sostanza più adatta allo scopo, poichè unisce un alto potere antimicotico con una notevole resistenza al dilavamento.

Il numero di traverse di legno che vengono annualmente acquistate dalla suddetta Amministrazione risulta dal quadro N. 1 alla pagina seguente.

Poichè dette traverse, dopo un assai breve soggiorno in cantiere per un inizio di stagionatura, vengono tutte iniettate, le cifre medie riportate corrispondono, con sufficiente approssimazione, a quelle esprimenti le quantità medie annuali che vengono sottoposte al trattamento preservante.

QUADRO N. 1. — *Numero di traverse (escluse quelle di rovere senza alburno) che annualmente vengono acquistate dalle Ferrovie dello Stato.*

ANNO	Rovere con alburno	Cerro	Faggio	Pino
1932	531.714	496.697	604.065	—
1933	327.415	513.419	677.923	100.874
1934	569.866	860.917	1.127.487	201.088
1935	476.480	618.382	1.126.411	179.809
1936	286.889	520.175	1.113.509	132.924
1937	413.790	631.971	824.128	215.585
Totali . . .	2.606.154	3.641.561	5.473.523	830.280
Medie annue . . .	434.359	606.927	912.254	166.056

La quantità di olio di catrame che vengono iniettate in ogni traversa variano a seconda della specie legnosa, come risulta dal seguente quadro:

QUADRO N. 2. — *Quantitativo di olio di catrame iniettato in ogni traversa.*

SPECIE LEGNOSA	Chilogrammi di olio iniettati in ogni traversa
Rovere con alburno	5
Cerro	8
Faggio	14
Pino	11

Per i bisogni risultati da quanto sopra esposto, l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato acquista annualmente le quantità di catrame minerale esposte nel quadro che segue:

QUADRO N. 3. — *Acquisti annuali di olio di catrame minerali fatti dall'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato.*

ESERCIZIO	Acquisto in Italia Tonn.	Importo Lire	Acquisto dall'estero Tonn.	Importo Lire	Totale Tonn.	Importo totale Lire
1930-31	5.670	3.191.200	16.900	7.747.808	22.570	10.939.008
1931-32	9.980	4.702.600	19.800	7.814.304	29.780	12.516.904
1932-33	8.014	3.062.440	11.253	2.691.669	19.267	5.754.109
1933-34	6.450	2.105.500	14.500	4.069.420	20.950	6.174.920
1934-35	9.630	3.427.800	12.000	5.267.160	21.630	8.694.960
1935-36	8.075	4.115.900	12.000	5.385.000	20.075	9.500.900
1936-37	4.917	2.810.100	18.000	10.447.440	22.917	13.257.540
1937-38	11.575	7.523.750	15.786	9.230.175	27.361	16.753.925
Totali . . .	64.311	30.939.290	120.239	52.652.976	184.550	83.592.266
Medie annuali .	8.039	3.867.411	15.030	6.581.622	23.068	10.449.033

Nel quadro suesposto si è iniziato il computo dall'esercizio 1930-31 perchè da esso inizia l'uso esclusivo dell'olio di catrame minerale, mentre nei precedenti esercizi si adoperava la sua miscela con soluzione di cloruro di zinco.

Risulta dunque che l'Amministrazione ferroviaria acquista in media annualmente Tonn. 23.068 di olio di catrame minerale con una spesa di L. 10.449.033. Di tale acquisto Tonn. 8039 con la spesa di L. 3.867.411 riguardano la produzione nazionale e Tonn. 15.030 con la spesa di L. 6.581.622 riguardano l'olio di catrame minerale importato dall'estero.

Il tributo che il nostro Paese paga ai Paesi stranieri è senza dubbio rilevante. Mi sembrò quindi cosa molto utile prendere in esame la possibilità di liberare l'Italia da tale onere e pertanto eseguii uno studio presso la Sezione Ferroviaria del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni alla quale appartenni fino al maggio 1937-XV per ricercare se la produzione nazionale di olio di catrame minerale potesse bastare per preservare tutte le traverse che annualmente vengono iniettate.

Nella presente nota mi propongo di esporre i risultati e le conclusioni a cui pervenni fin dall'epoca sopra indicata, dalla quale non feci più parte del suddetto Istituto.

* * *

Prendendo in esame le cifre esposte nel quadro n. 2, risulta che le quantità di olio di catrame minerale che vengono iniettate in ogni traversa col sistema ancora in uso sono molto alte.

Ma questa è una necessità per i seguenti scopi:

1° Per fornire al legno ad esuberanza una quantità di sostanza preservatrice contro l'attacco dei funghi lignivori;

2° Per distribuire, il meglio che sia possibile, uniformemente tale sostanza nel legno.

Ma qui vien fatto di osservare:

1°) Una traversa di faggio pesa in media Kg. 65. Quando in essa si iniettano Kg. 14 di olio di catrame minerale, supposto che l'iniezione riesca uniforme, nel legno si manifesta la concentrazione di olio di catrame del 21,5 %. Ora questa concentrazione è di molto superiore a quella necessaria e sufficiente per difendere il legno dagli attacchi dei funghi lignivori.

Infatti il potere antimicotico dell'olio di catrame col 6 % di fenoli fu da me determinato e trovato corrispondente al 7 ‰ (1).

Tale determinazione fu eseguita secondo il metodo dei provini sottili da me proposto (2) (3).

Il Rabanus, sperimentando col metodo dei blocchetti (Klötzchen-Mhetode) trovò per l'olio di catrame il valore limite di Kgr. 6,5-7,5 per m³ di legno di pino. Liese con lo stesso metodo trovò il valore limite 3,1-4,1 Kg. per m³ di legno di pino (4). Le determinazioni suddette non costituiscono un dato ozioso di Laboratorio, ma devono esser tenute presenti dall'industria della conservazione del legno. Non per nulla i ricercatori discussero sui metodi proposti per la determinazione del potere antimicotico delle sostanze conservatrici del legno (5) (6) (7). Ne segue che nella suddetta traversa di faggio viene introdotta una quantità di olio di catrame 30 volte maggiore di quella minima necessaria. Tale usanza, pur tenendo conto della relativa abbondanza da adot-

tarsi in pratica per garantirsi dalle inevitabili perdite, rappresenta indubbiamente un considerevole sciupio, che molto incide sulla economia nazionale.

2°) D'altra parte, anche con le dosi in uso, non sempre si ottiene una uniforme distribuzione dell'olio di catrame sul legno. Lo prova, fra l'altro, ad evidenza il fatto che traverse iniettate così abbondantemente, mentre dovrebbero restare immunizzate indefinitamente, anch'esse cadono in alterazione. Ciò devesi al fatto che in zone di esse l'antisettico non penetra neanche nella dose minima necessaria alla preservazione.

Essendo, come ho detto, il 7 ‰ il tenore minimo di olio di catrame minerale necessario e sufficiente per la conservazione del legno, ho calcolato, nel quadro seguente il peso totale delle traverse che vengono annualmente iniettate per poter quindi conoscere la quantità globale di olio di catrame che è strettamente necessaria alla conservazione di tutte le traverse da iniettare annualmente, conoscendo il loro numero ed il peso medio di ognuna di esse:

QUADRO N. 4. — *Peso totale delle traverse annue da iniettare e peso dell'olio di catrame minerale strettamente necessario per la loro conservazione tenendo conto del suo potere antimicotico.*

SPECIE LEGNOSA	Numero delle traverse annualmente da iniettare	Peso medio di ogni traversa Kg.	Peso complessivo delle traverse Tonn.
Rovere con alburno.	434.359	80	34.749,0
Cerro.	606.927	75	45.519,5
Faggio	912.254	65	59.296,5
Pino	166.056	56	9.299,1
		Totale . . . Tonn.	148..864,1

È da notare che nel quadro suddetto per le traverse di rovere con alburno, nelle quali solo l'alburno è suscettibile di iniezione, nella impossibilità di calcolare il suo peso globale, ho lasciato immutato il peso complessivo, come se tutto il legno di rovere debba essere iniettato. In tal guisa il peso totale di legno da iniettare risulta calcolato per eccesso, quindi le mie conclusioni sono più persuasive.

Da quanto precede risulta che il peso di olio di catrame minerale necessario e sufficiente è dato da:

$$148,8641 \times 7 = \text{Ton. } 1042.$$

Ora questa quantità, non solo è di gran lunga inferiore alle Ton. 23068 che vengono annualmente acquistate (quadro n. 3), ma anche alla media produzione annua di olio di catrame minerale nazionale che è di Tonn. 8039 (quadro N. 3). Tale produzione nazionale permetterebbe, se usata co.i nuovo sistema, di iniettare in tutto il legno delle traverse il 54 ‰ di olio di catrame minerale e cioè 7,7 volte la dose minima necessaria e sufficiente con un margine di sicurezza soddisfacente. Da notare che nell'esercizio 1938-38 la produzione nazionale rende più favorevoli le conclusioni a cui sono pervenuto e che sto per esporre.

Dimostrato dunque che la produzione nazionale di olio di catrame minerale è sufficiente, il problema consiste nell'utilizzarla in modo tale che possa esser diffusa uniformemente nella massa del legno da preservare. Col sistema attualmente in uso e cioè iniettando l'olio di catrame tal quale non si può certamente sperare di conseguire lo scopo, poichè il potere diffusivo dell'olio di catrame, causa la sua densità e la sua viscosità in rapporto ai coefficienti di assorbimento del legno, non permette di distribuire con uniformità Kg. 54 di olio in una tonnellata di legno e tanto meno una quantità inferiore.

Occorre quindi pensare a diluire convenientemente tal dose di olio di catrame in modo da avere una massa tale che permetta di imbevere, al punto desiderato, il legno per diffondere uniformemente in esso l'olio di catrame.

Ciò non può ottenersi che in due modi:

1°) sciogliendo l'olio di catrame in un solvente volatile che possa in seguito essere allontanato e ricuperato per gli usi successivi, mentre l'olio di catrame iniettato resti nel legno;

2°) emulsionando l'olio di catrame in acqua la quale venga poi allontanata dal legno mercè evaporazione.

Solventi

Un solvente dovrebbe, per essere idoneo all'uso sovra indicato, soddisfare alle principali seguenti condizioni:

1°) disciogliere completamente l'olio di catrame;

2°) penetrare facilmente ed uniformemente nel legno;

3°) essere di facile ricupero, in modo che non vada perduto se non in minima parte e renda il procedimento di convenienza economica;

4°) non essere infiammabile;

5°) non essere dannoso alle maestranze, quando venga adoperato con le precauzioni prescritte dai regolamenti sanitari;

6°) essere di produzione nazionale;

7°) non richiedere, nell'uso, modificazioni molto gravose negli impianti esistenti di iniezioni, in modo che la spesa necessaria sia compensata dagli utili.

Molti sono i solventi dell'olio di catrame; possiamo citare l'alcool, il petrolio, il benzolo, lo xilolo, il tetracloruro di carbonio ecc.

Il solvente che mi è parso che risponda alla maggior parte dei requisiti sovra citati è il tetracloruro di carbonio il quale ha, fra le altre, la proprietà di non essere infiammabile. Tale proprietà è da tenersi in alta considerazione per la iniezione delle traverse di legno, oltre che per la sicurezza che dà nella preparazione della ingente quantità di soluzione necessaria, anche per il fatto che, per quanto a fondo venga eseguito il recupero del solvente, una parte di esso indubbiamente resta nelle traverse, le quali poi deposte, in numero rilevante nel piazzale del Cantiere costituiscono, se trattasi di un solvente infiammabile, un grave pericolo di incendio durante il tempo occorrente alla sua volatilizzazione.

Il tetracloruro di carbonio, oltre ad essere di produzione nazionale, ha un elevato potere di diffusione nel legno. Di tale proprietà mi sono assicurato con l'esperienza empirica seguente (fig. 1):

Ho preparato due identiche striscie di legno di faggio dello spessore di un mm. tagliate nel senso longitudinale del tronco. Un estremo di esse ho fissato ad un'asta di legno assicurata ad un sostegno. L'altro estremo di esse ho immerso fino all'altezza di un cm. rispettivamente in una soluzione al 5 % di olio di catrame in tetracloruro di carbonio e in olio di catrame intero. I due liquidi erano contenuti a volumi uguali rispettivamente in due bicchieri di uguali dimensioni.

Fig. 1.

Si scorge nella figura riportata come, nello stesso intervallo di tempo, la soluzione di olio di catrame in tetracloruro di carbonio pervenne nella striscia di legno n. 1 ad altezza ben maggiore di quella a cui pervenne l'olio di catrame intero nella striscia di legno n. 2. Questa esperienza semplicemente indicativa sta a dimostrare il maggiore potere di diffusione della soluzione di olio di catrame minerale in tetracloruro di carbonio rispetto a quella dell'olio intero.

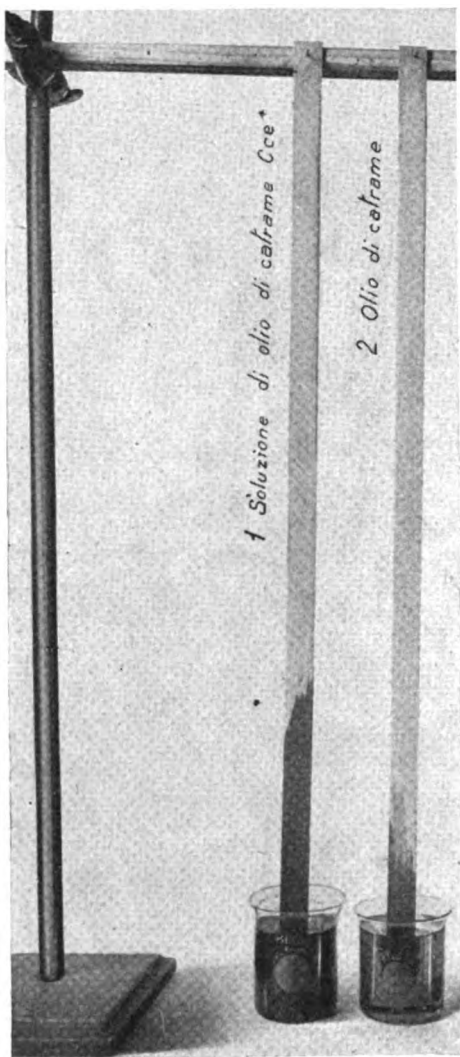
Ai pregi enumerati tale prodotto contrappone gli inconvenienti di essere pesante e di richiedere appositi provvedimenti perchè non riesca dannoso alle maestranze. Vedremo in seguito come può provvedersi a tali inconvenienti.

Esperienze

Le esperienze da me eseguite in laboratorio ebbero le seguenti modalità:

1° Introdurre in provini di legno di faggio delle dimensioni di cm. 5 × 5 × 8 una soluzione di olio di catrame in tetracloruro di carbonio in modo che estraendo poi il solvente, il provino restasse iniettato con olio di catrame alla percentuale del 3 % circa;

2° Estrarre il tetracloruro di carbonio in modo da avere il massimo ricupero di esso con i mezzi da me posseduti per giudicare della convenienza economica del sistema di iniezione;

3° Seminare sui provini prosciugati i principali funghi testo lignivori per giudicare della loro resistenza all'attecchimento di detti funghi;

4° Sottoporre i provini stessi ad una prova pratica affondandoli in terreno di giardino abbondantemente concimato con letame naturale per giudicare della loro resistenza all'infradiciamento causato da azioni microbiche e fungine.

Iniezione dei provini

Dopo vari tentativi trovai rispondente allo scopo l'uso di una soluzione al 5 % di olio di catrame minerale in tetracloruro di carbonio commerciale avente la densità di 1,65 a 15°.

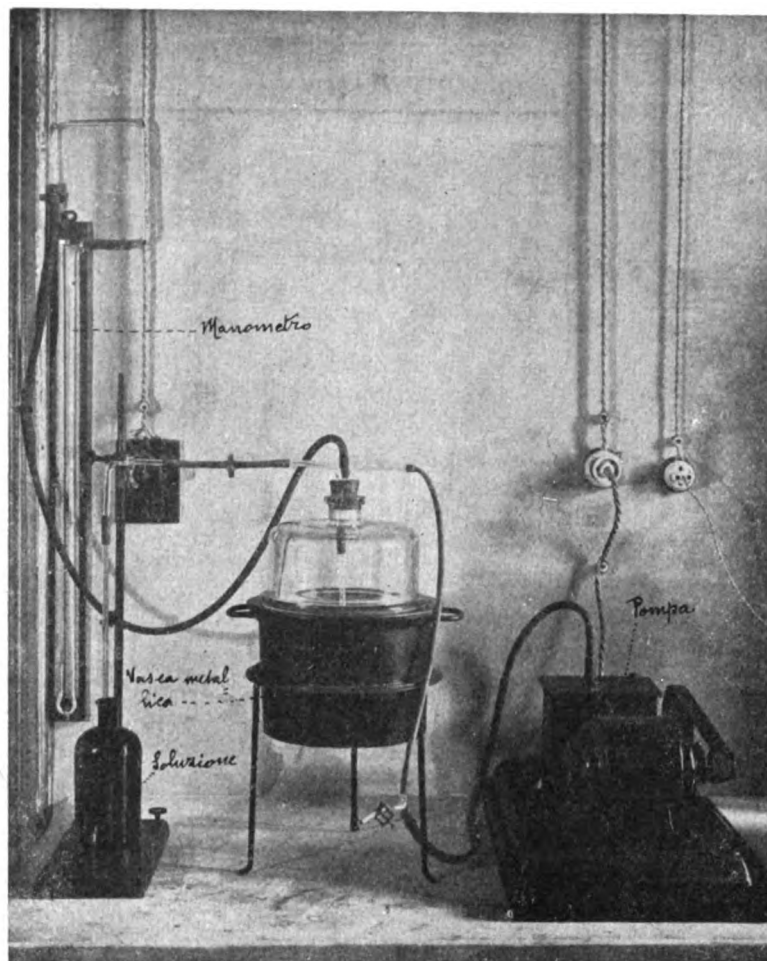



Fig. 2.

Ogni provino veniva pesato in pesafiltro tarato a chiusura smerigliata prima della iniezione. Questa fu eseguita in due modi:

1° In autoclave alla pressione di 4 atmosfere ottenuta con azoto proveniente da bombola di gas compresso;

2° Con aspirazione facendo uso del distillatore di Hausmann (fig. 2) fornito di vasca metallica che può chiudersi a perfetta tenuta con campana di vetro spesso e di manometro.

In entrambi i casi ponevo il provino in adatto recipiente di vetro, sul provino adattavo un pesante disco forato di porcellana che impediva il galleggiamento del provino mentre permetteva il passaggio della soluzione.

Nell'adoperare il distillatore di Haussmann ponevo il recipiente contenente il provino nella vasca metallica eseguivo con la pompa aspirante un vuoto di 60 cm. che mantenevo per 30' dopo di che per aspirazione facevo pervenire la soluzione di olio di catrame fino a coprire completamente il provino e mantenevo la depressione ancora per un'ora. Dopo l'iniezione per pressione o per depressione il provino veniva rapidamente asciugato con carta bibula e poi intordotto nello stesso pesafiltro che chiudevo ermeticamente.

Pesafiltro e provino pesavo nuovamente: l'aumento di peso mi dava la quantità di soluzione assorbita e tenuto conto della concentrazione della soluzione determinavo la quantità di olio di catrame penetrato nel provino e quindi la percentuale dell'olio verificatosi nel legno.

Estrazione del tetracloruro di carbonio.

Per l'estrazione del solvente usai il calore dell'acqua bollente. Il provino veniva introdotto in una caldaietta di rame (fig. 3) il cui coperchio, fornito di tubo di svolgi-

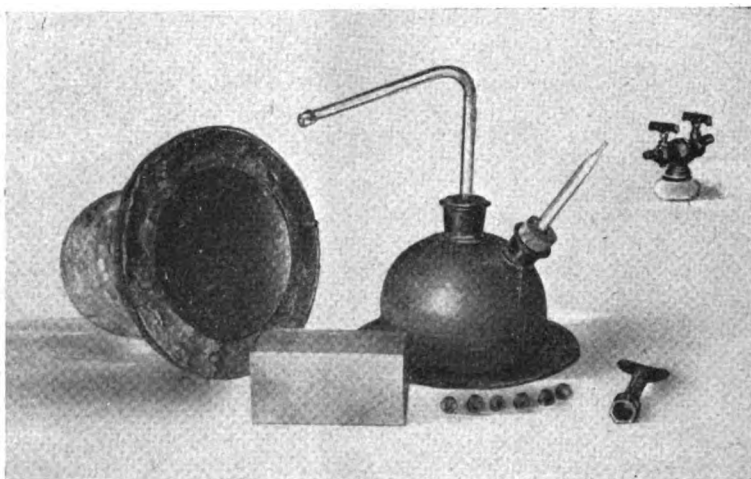



Fig. 3.

mento e di termometro, poteva adattarsi ermeticamente con viti di pressione e guarnizione alla caldaietta. Al tubo di svolgimento adattavo un refrigerante (fig. 4) in modo che il tetracloruro di carbonio poteva raccogliersi allo stato liquido in un cilindro graduato che poteva essere tenuto in ghiaccio pesto. Per volatilizzare il tetracloruro di carbonio, la caldaietta affidata ad un sostegno veniva sommersa in una pentola contenente acqua che portavo all'ebollizione (fig. 5).

L'operazione aveva termine quando dal refrigerante non gocciolava più tetracloruro di carbonio.

In alcune determinazioni, per ottenere un maggior ricupero del solvente, istituii una aspirazione a caduta d'acqua connessa col cilindro raccoglitore che munivo di

un tappo a 2 fori in uno dei quali passavo il tubo del refrigerante, nell'altro il tubo unito col boccione a caduta d'acqua.

Terminata l'operazione estraevo il provino il quale risultava perfettamente asciutto. Nella bombola si osservava appena qualche traccia di olio di catrame. Da ciò arguivo

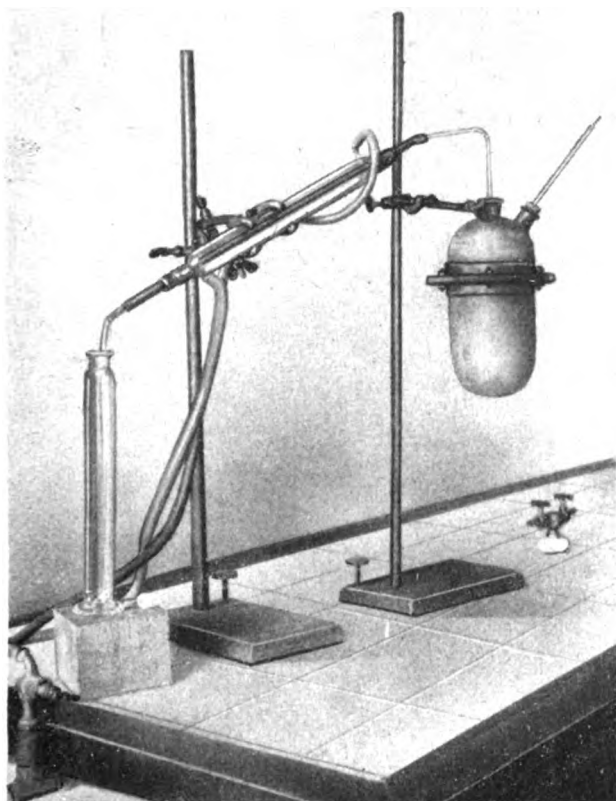



FIG. 4.

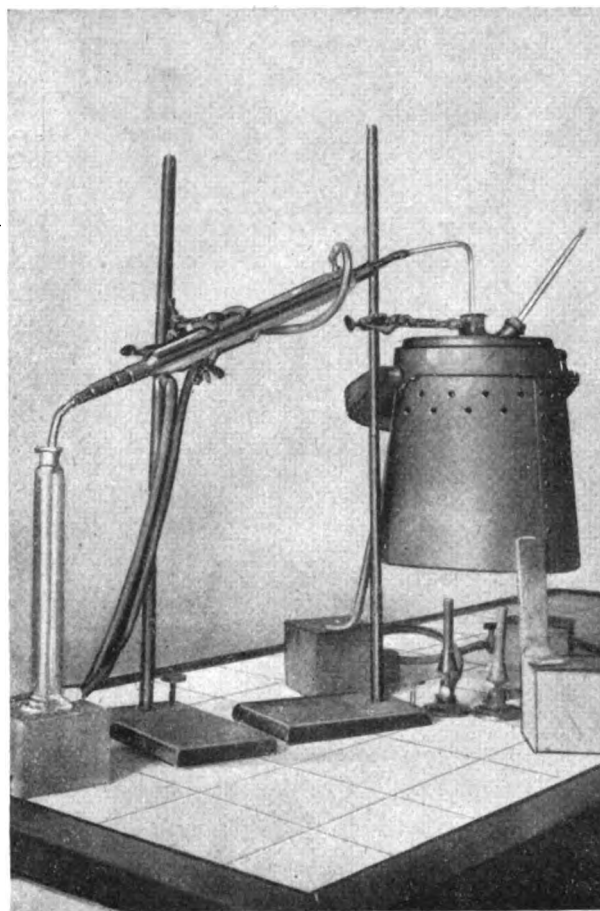



FIG. 5.

che il riscaldamento che, come segnava il termometro della bombola, non superava gli 80°, non causava l'evaporazione dell'olio di catrame. Il tetracloruro di carbonio ricuperato era incolore, segno che non conteneva olio di catrame. Esso veniva pesato per giudicare dell'entità del ricupero.

Tentai ottenere un maggior rendimento estraendo il solvente con corrente di vapore alla quale sottoposi il provino.

Ogni provino, dopo l'estrazione del tetracloruro di carbonio venne sezionato in due metà nel senso longitudinale. Le sezioni apparvero uniformemente iniettate. Una delle metà venne ulteriormente ridotta in sezioni di un mm. di spessore. Tali sezioni sottili servirono per le prove di attecchimento dei funghi lignivori testo, seguendo il metodo dei provicini sottili da me elaborato (2) (3).

La prima metà di ogni provino venne sommersa in terra di giardino concimata con letame, contenuta in un vaso di argilla. Giornalmente il contenuto del vaso veniva in-

naffiato con acqua, in modo che così si sottoponeva il provino anche alla prova di dilavamento.

Risultati

Riassumo nel quadro alla pagina seguente i risultati delle mie esperienze. Occorre che faccia notare quanto segue per la comprensione del quadro medesimo:

1°) Come già dissi, alcuni provini furono iniettati per pressione: in tal caso come è noto, estratti i provini dall'autoclave parte del liquido penetrato nel legno fuoriesce. Tale quantità di liquido venne da me determinata e trascritta nella colonna 5 del quadro;

2°) Durante l'estrazione del tetracloruro di carbonio eseguita, come ho detto, a caldo, una piccola porzione della soluzione iniettata esciva dal provino. Essa venne raccolta dalla caldaietta e pesata. I valori ottenuti sono stati riportati nella colonna 7 del quadro;

3°) Non per tutti i provini sottoposti ad esperimenti fu possibile eseguire il trattamento per l'estrazione del tetracloruro; ciò non ostante tutti i provini usati sono elencati nel quadro allo scopo di far conoscere la concentrazione dell'olio di catrame verificatasi nel legno;

4°) Per alcuni provini il ricupero del tetracloruro di carbonio fu ottenuto per depressione sotto campana; per altri fu ottenuta a caldo con e senza aspirazione, per qualcuno fu ottenuta in corrente di vapore.

Si rileva dal quadro esposto quanto segue:

1° La concentrazione dell'olio di catrame rilevata nel legno oscillò fra 1,6 % e 4,1 % ossia dal doppio a sei volte la concentrazione necessaria e sufficiente a preservare il legno (7 ‰). Ciò vuol dire che variando le modalità di iniezione e graduandola come è necessario si possono effettuare nel legno le concentrazioni desiderate di olio di catrame, sempre sufficienti a preservare il legno come sarà detto qui appresso.

2°) Il ricupero del tetracloruro di carbonio ha raggiunto le cifre qui sotto indicate:

a) depressione a freddo	62,6 %
b) a caldo (80°-90°) senza aspirazione . .	dal 75,8 % al 96,1 %
c) a caldo (80°-90°) con aspirazione . .	dal 98 % al 99,4 %
d) in corrente di vapore	94 %

Si scorge che i valori più alti si sono avuti usando il calore ad 80°-90° il quale non causa sensibile espulsione di olio di catrame poichè la concentrazione di esso che residua nel legno dopo l'estrazione è sempre sufficiente a preservarlo dai funghi lignivori, come verrà detto qui appresso. Se all'azione del calore si aggiunge l'aspirazione l'estrazione del solvente raggiunge il 99 % e non può escludersi che si possa anche raggiungere il 100 % con una tecnica più appropriata e più rigorosa.

Prove micologiche

Le sezioni sottili ricavate dai provini sono state saggiate micologicamente coi tre funghi lignivori Coniophora cerebella, Merulius lacrymans e Polyporus vaporarius, seguendo il mio metodo (2) (3). Nessuna di esse dette luogo a sviluppo del fungo seminato, mentre i controlli su legno non iniettato diedero luogo a sviluppo.

QUADRO N. 5. — *Risultati delle esperienze*

Numero del provino	Peso iniziale gr.	Peso dopo iniezione		Peso della soluzione espulsa dopo l'estrazione dall'autoclave gr.	Peso della soluzione assorbita in definitiva dal provino gr.	Peso dell'olio di catrame perduto a causa della distillazione del CCl_4 gr.	Peso dell'olio di catrame rimasto nel provino gr.	% dell'olio di catrame nel legno del provino	Peso del tetracloruro di carbonio contenuto nel provino gr.	Peso del tetracloruro di carbonio ricuperato gr.	% del tetracloruro di carbonio ricuperato	% del tetracloruro di carbonio non ricuperato	Osservazioni
		per pressione gr.	per depressione gr.										
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1	155	266	—	25	86	—	4,3	2,7 %	—	—	—	—	Prova di orientamento per ricerca della soluzione opportuna.
2	172	283	—	31	80	—	4 —	2,3 %	75	47,60	62,6 %	37,4 %	Ricupero per depressione a freddo.
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	175	261	—	20	66	—	3,3	1,8 %	—	—	—	—	—
5	173	267	—	32	62	0,30	2,8	1,6 %	58,9	46	78,2 %	21,8 %	Ricupero a caldo senza aspirazione.
6	171	—	313	25	117	—	5,85	3,4 %	111,15	—	—	—	Non potuto procedere al ricupero.
7	158	—	289	—	131	—	6,55	4,1 %	124,45	123,75	99,4 %	0,6 %	Ricupero a caldo con aspirazione.
8	180	—	321	—	141	—	7,05	3,9 %	133,95	128,7	96,1 %	3,9 %	Ricupero a caldo senza aspirazione.
9	154	—	283	—	129	0,20	6,25	4 %	122,55	103,55	84,4 %	15,6 %	Idem.
10	167	—	269	—	102	1,25	3,85	2,3 %	96,90	95	98 %	2 %	Ricupero a caldo con aspirazione.
11	164	—	275	—	111	1,02	4,53	2,7 %	105,45	80	75,8 %	24,20 %	Ricupero a caldo senza aspirazione.
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	172	—	278	—	106	0,838	4,462	2,5 %	100,7	94	94 %	6 %	Ricupero con distillazione in corrente di vapore.

La rimanente metà di ogni provino fu affondata, salvo per pochi centimetri di lunghezza in terriccio di giardino concimato abbondantemente con letame, il tutto contenuto in vaso di argilla. Giornalmente il terriccio veniva irrorato con acqua, sicchè tale prova serviva anche a sottoporre i provini a dilavamento.

Dopo un anno di osservazione i provini furono riscontrati sani, mentre i controlli di legno non iniettato risultarono alterati.

Risulta quindi che le concentrazioni di olio di catrame verificatesi nei provini, compresa quella minima dell'1,6 %, sono sufficienti per immunizzare il legno, nelle condizioni assai gravi in cui esso fu cimentato. È da notare che risultò anche immune da alterazione la zona dei provini affiorante il terriccio e sottoposta ad alternative di umido e di asciutto. Ora se la concentrazione dell'1,6 % ossia del 16 ‰ è riuscita efficace ad immunizzare il legno nelle condizioni eccezionalmente sfavorevoli della sperimentazione, a maggior ragione e con sufficiente margine di sicurezza sarebbe efficace la concentrazione del 54 ‰ che si può ottenere utilizzando esclusivamente tutta la produzione nazionale e tanto più poi se questa aumenterà, come appare possibile.

I risultati ottenuti dalle prove esposte di laboratorio mi autorizzano quindi a ritenere:

1°) che sia possibile conservare le traverse di legno di armamento con dose di gran lunga inferiore a quella in uso, che rappresenta uno sciupio che nuoce fortemente all'economia nazionale;

2°) che il tetracloruro di carbonio possa usarsi come solvente dell'olio di catrame con un ricupero anche del 99 %. Ciò permette di utilizzare la parte ricuperata per l'ulteriore operazione di iniezione. L'olio di catrame non segue il solvente durante l'operazione di ricupero ma resta nel legno, quando la temperatura per l'estrazione non superi i 100°;

3°) la quantità di olio di catrame di produzione nazionale che è circa di 8039 tonnellate annue come risulta dalla media riportata nel quadro n. 3 e che tende ad aumentare dall'esercizio 19337-38 è sufficiente per preservare tutto il fabbisogno annuo di traverse delle Ferrovie dello Stato, poichè tale quantitativo permette di introdurre nelle traverse 7,7 volte la dose necessaria e sufficiente a tale conservazione.

Sorge ora la questione della possibilità di portare in pratica il procedimento descritto, sia come tecnica della iniezione, sia quale controllo effettivo della immunità del legno dopo il trattamento.

Premetto che non ho eseguita nessuna prova in cantiere. Non ho quindi nessun dato da esporre in proposito. Data l'importanza dell'argomento mi sembrerebbe opportuno che tali prove venissero eseguite.

Occorrerebbe innanzi tutto un dispositivo appropriato. Dovrebbe disporsi di un autoclave capace di un certo numero di traverse, nel quale dovrebbe eseguirsi l'iniezione con la soluzione più adatta di olio di catrame in tetracloruro di Carbonio. L'autoclave dovrebbe esser fornito di tubazione per lo scarico della soluzione dopo avvenuta la iniezione e di serpentini per produrre con vapore in essi circolante la temperatura necessaria alla volatilizzazione del teetracloruro di carbonio e di tubi di svolgimento refrigerati coi quali il solvente ritornato liquido sia riportato nel serba-

toio di raccolta, da cui è partito. Data la densità di vapore del tetracloruro di carbonio (1,65) tali tubi dovrebbero trovarsi nel basso dell'autoclave ed una depreessione in esso faciliterebbe la raccolta del solvente.

Non escludo che altro solvente possa essere preferito al tetracloruro di carbonio, in base ad ulteriori studi e che altri sistemi di ricupero possano essere più vantaggiosamente adottati.

Occorrerà poi tenere in osservazione un certo numero di traverse in opera e in maceratoio costituito da vasche sufficientemente ampie in cui alcune traverse iniettate, secondo i criteri suesposti saranno tenute in terriccio costituito da detriti di traverse guaste miste a letame e sovente innaffiate. In simili maceratoi credo sia sufficiente un anno di osservazione in confronto con traverse non iniettate.

Non credo che possa essere di serio ostacolo l'importo delle spese indispensabili per l'apparecchio di prova e quelle seguenti per il mutamento degli impianti esistenti. Tale spesa in poco volgere di anni verrebbe compensata dall'utile considerevole del risparmio dell'olio di catrame e dalla liberazione della Nazione dal servaggio verso l'estero per l'acquisto dell'olio di catrame.

La questione igienica che si imporrebbe per l'uso del tetracloruro di carbonio ha la stessa soluzione in uso nelle altre industrie estrattive in cui tale solvente viene ampiamente adoperato, e cioè:

1° Incorre l'obbligo da parte del datore di lavoro di sottoporre gli operai addetti a visita medica preventiva all'atto dell'assunzione, nonchè a visita immediata quando l'operaio denunzi o presenti sintomi sospetti di intossicazione (D. M. 20 marzo 1929, Art. 1, n. 15, della tabella annessa);

2° È vietato occupare donne minorenni e fanciulli nelle operazioni che importano manipolazioni o uso di sostanze in soluzione in tetracloruro di carbonio;

3° Occorre osservare inoltre le norme generali contenute nel Regolamento per l'Igiene del Lavoro (R. D. 14 aprile 1927, n. 530).

EMULSIONI

L'idea di diminuire il consumo dell'olio di catrame emulsionandolo in una certa proporzione con altra sostanza antimicotica non è nuova. L'Amministrazione delle Ferrovie di Stato fece ampio uso di tale pratica durante la guerra 1914-18. Qui non si fa menzione dell'antico metodo Giussani che, in altra guisa usava iniettare in tempi successivi soluzioni di cloruro di zinco e poi olio di catrame, metodo che venne abbandonato per vari motivi che qui non è li caso di esporre.

Le Ferrovie dello Stato adoperarono in un primo tempo una semplice miscela di olio di catrame con soluzione di cloruro di zinco della densità di 1,027 nella proporzione di un volume di olio di catrame su tre volumi di detta soluzione. La miscela veniva preventivamente agitata facendo in essa gorgogliare una forte corrente di aria.

Nell'uso di tale miscela che veniva iniettata nelle traverse si osservò ciò che naturalmente doveva avvenire, cioè che, durante la operazione di iniezione si aveva la separazione dei due liquidi e che pertanto le traverse poste in basso risultavano iniettate con entrambe le sostanze, mentre quelle poste in alto risultavano iniettate prevalentemente di solo cloruro di zinco.

Più tardi si ebbe conoscenza che aggiungendo alla miscela suddetta una piccola quantità di catrame vegetale ed agitando fortemente con corrente di aria la miscela si otteneva una emulsione sufficientemente stabile che permetteva la penetrazione uniforme dell'olio di catrame e della soluzione di cloruro di zinco.

Per un catrame vegetale proveniente dalla Sardegna, usato quale sostanza emulsionante, si adattò la seguente formula:

Soluzione di cloruro di zinco a 3°,5 Be' . . .	parti 3
Olio di catrame minerale	parti 1
Catrame vegetale	parti 0,1-0,2

L'adozione del catrame vegetale per tale scopo ebbe breve durata, poichè con l'uso di combustibili nazionali (torba, ligniti) si ebbe a disposizione delle forti quantità dei relativi catrami. Venne l'idea di saggiare l'uso di tali catrami quali sostanze emulsionanti, prima in Laboratorio e poi in cantiere. Si ebbero risultati favorevoli, poichè provini e poi traverse trattati con l'emulsione così ottenuta e poi sezionati risultarono iniettati in modo sufficientemente uniforme con entrambe le sostanze emulsionate.

L'uso di tale emulsione venne smesso appena fu posibile, dopo la guerra, approvvigionare l'olio di catrame in quantità sufficiente per iniettare le traverse esclusivamente con tale prodotto. Il catrame di torba e di lignite venne però utilizzato, sempre che fu possibile averne, mescolandolo con l'olio di catrame minerale nella proporzione di 1 : 2. Ciò fu possibile perchè prove micologiche di Laboratorio avevano determinato un rilevante potere antimicotico dei due catrami in parola.

Ora per quanto è stato detto al principio di questo lavoro è forse il caso di riprendere lo studio di emulsioni di olio di catrame.

L'uso di emulsioni sarebbe vantaggioso, poichè importerebbe una spesa minima, non richiedendo mutamenti negli impianti di iniezione, non occorrendo il ricupero del solvente e l'onere della porzione di essa che va perduta: le traverse dopo l'iniezione si farebbero prosciugare all'aria libera ecc. Il problema consiste nell'avere una emulsione tale da permettere la distribuzione uniforme dell'olio di catrame nel legno.

Ma i poco favorevoli risultati avuti in passato con l'uso delle emulsioni di cui ho parlato rendono dubbiosi sulla efficacia di un tale sistema. Occorre però osservare che quelle emulsioni si ottenevano con una corrente d'aria, metodo molto primitivo e ormai ritenuto non idoneo. Volendo riprendere un tale studio occorre fornirsi di un apparecchio emulsionatore e di sostanze emulsionanti varie fino a trovare la più idonea allo scopo.

Ritengo che per le emulsioni occorra escludere l'uso di soluzioni saline, le quali ostacolano la riuscita di esse e le rendono poco stabili.

Conclusioni

Il sistema di iniezione attualmente in uso importa l'onere medio annuo verso l'estero di L. 6.581.622. L'aumento della produzione nazionale di olio di catrame minerale che s'inizia dall'esercizio 1937-38, anche se persiste, non è in grado di annullare tale onere. Questo invece potrebbe del tutto essere eliminato con l'uso e col ricupero di un solvente quale il tetracloruro di carbonio o emulsionando con acqua

l'olio di catrame di produzione nazionale. Ma l'uso di un solvente si presenta più persuasivo perchè avrebbe anche il vantaggio di assicurare una maggiore durata del legno in relazione alla uniformità che si avrebbe nella iniezione. Ciò si tradurrebbe in un risparmio di traverse. La spesa per un dispositivo di prova in cantiere e le successive spese per modificazioni degli impianti esistenti sarebbero compensate in breve volgere di anni dalla cessazione dell'onere che viene pagato all'estero, ciò che costituisce lo scopo a cui tendono tutti gli attuali sforzi per l'Autarchia Nazionale.

BIBLIOGRAFIA.

(1) Dr. De Benedetti e Dr. Breazzano: *Sui requisiti degli oli impregnanti dei legnami.* Rendiconto della XV Riunione dell'Associazione Italiana per gli studi sui Materiali di Costruzione, Roma, 7-10 ottobre 1935-XIII, pag. 141. Tip. del Senato, 1936, Roma.

(2) Dr. A. Breazzano: *Metodo italiano dei provini sottili per la determinazione del potere antimicotico delle sostanze conservatrici del legno.* « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », anno XV, volume XLIX, n. 3, 15 marzo 1936-XIV.

(3) Dr. A. Breazzano: Stesso soggetto in Rendiconto della XV Riunione dell'Associazione Italiana per gli studi sui Materiali di Costruzioni, Roma, 7-10 ottobre 1935-XIII.

(4) Liese, Nowak, Peters, Rabanus: *Toximetrische Beftimmung von Holzkonservierungsmitteln,* Beihelft 11 der Angewandten Chemie, 1935.

(5) A. Breazzano: *Ancora sulla ricerca del potere antimicotico delle sostanze conservatrici del legno. Raffronti fra metodo dei blocchetti e metodo italiano dei provini sottili.* « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », anno XXV, vol. L, n. 3, 15 settembre 1936-XIV.

(6) Liese, Nowak, Peters, Rabanus, Kriege, Pflug: *Toximetrische Bestimmung von Holzkonservierungsmitteln-Angewandte Botanik,* Bd. XVIII, Heft 6, 1935.

(7) A. Breazzano: *Methods for determining the fungicidal power of wood preservatives. International Association for Testing Materials,* London, Congress April 19-24, 1937, Group C. Organic Materials, Sub Group 3, N. 27, pag. 484.

La Svezia si avvia alla fusione delle sue ferrovie in un'unica azienda di Stato.

In Isvezia lo Stato possiede soltanto il 48 % della rete ferroviaria: Km. 7.949 su 16.707.

Le rimanenti linee sono nelle mani di un gran numero di Società, le quali però si trovano in condizioni finanziarie molto diverse: 45 lavorano con beneficio, 39 presentano un deficit.

Nel nord del paese, lo Stato possiede il 96 per cento delle linee, ma nella parte centrale vi sono intere provincie le cui ferrovie appartengono esclusivamente a Società private.

Il Governo Svedese si è preoccupato degli inconvenienti risultanti da un tale stato di cose ed ha fatto esaminare le condizioni delle Società private da una Commissione che ha recentemente presentato le sue proposte.

La conclusione più importante cui è pervenuta la Commissione è la necessità di una fusione delle Società private con l'ente Statale. Questa concentrazione viene considerata molto opportuna nell'interesse generale, perchè si prevede che l'unificazione delle tariffe e dell'Amministrazione gioverà molto agli utenti e farà realizzare importanti economie, rendendo possibile una gestione redditizia.

È naturale che un taie provvedimento non è attuabile se non con un sacrificio finanziario per i numerosi riscatti. In tutto occorrerebbero 330 milioni di corone, di cui 180 per il pagamento dei debiti.

Anche il "Centro Volpi di Elettricità„ ha adottato la classificazione decimale.

Nel render conto (1) dell'opera di documentazione così felicemente iniziata dal « Centro Volpi di Elettrologia », e della razionale forma tipografica in cui era stata realizzata, notavamo che non si era però adottata alcuna classificazione, sebbene nel campo dell'elettrologia, come in quello ferroviario, apparisse già molto diffuso il sistema decimale, dopo l'adozione fattane dall'E. T. Z.

Dobbiamo quindi segnalare con vivo compiacimento che il Bollettino del Centro Volpi, a partire dal secondo numero, ha adottato per le schede la classificazione decimale per rendere più agevole la raccolta e la consultazione del vasto materiale bibliografico che esso pubblica.

Si tratta di un perfezionamento di grande importanza nazionale, perchè la documentazione si estende a tutto quanto, nel campo dell'elettrologia, è prodotto dagli studiosi italiani ed ha lo scopo di far conoscere la nostra attività scientifica fuori dei confini.

---

(1) Vedi questo periodico, settembre 1938, pag. 139.

I progressi della trazione a vapore italiana agli effetti dell'autarchia

Ing. J. JACOMETTI, Capo del Servizio Materiale e Trazione delle F. S.

Riassunto. — **I più notevoli risultati agli effetti autarchici nel campo della trazione ferroviaria a vapore possono dividersi in due grandi categorie che vengono rapidamente illustrate: la prima riguarda la riduzione di consumo e la sostituzione di materiali metallici di importazione con altri meno ricchi o di più agevole importazione; la seconda si riferisce ai provvedimenti attuati per la riduzione dei consumi di carbone e di lubrificanti.**

Dopo aver messo in evidenza i notevoli risultati raggiunti nei due campi, si riferisce su gli esperimenti eseguiti per la sostituzione del carbone da vapore di importazione con i combustibili nazionali.

La locomotiva a vapore è anche oggi, sulla Rete ferroviaria italiana, un importante elemento di utilizzazione dell'energia termica per la trazione dei convogli.

Difatti, limitandomi all'esame del parco locomotive F. S., rilevo che al 30 giugno di quest'anno erano in servizio 3266 locomotive a vapore + 980 accantonate e che nell'anno finanziario 1937-1938 si sono consumate sulle linee delle F. S. circa 1.870.000 Tonn. di carbone da vapore per usi di sola trazione.

L'elettrificazione in corso sulla grande Rete di Stato e la motorizzazione delle linee secondarie, secondo l'ampio e lungimirante programma già predisposto, diminuirà gradualmente l'attuale impiego delle locomotive a vapore: ma molti servizi lenti o pesanti su linee secondarie saranno ancora effettuati con esse. Nel periodo di tale profonda modificazione dei mezzi di trazione, che durerà parecchi anni, ed in quello futuro di stabilizzazione di essi, il servizio a vapore dovrà essere sempre organizzato e sorvegliato con criteri di rigorosa ed avveduta economia che, nel campo dei consumi di materie di cui siamo importatori, assume una diretta e decisiva importanza autarchica: economia che interessa tutti i campi in cui la trazione ferroviaria a vapore trae i suoi elementi vitali e cioè in quello della costruzione, della riparazione del materiale e del consumo delle materie prime impiegate.

I provvedimenti intesi a raggiungere tali scopi possono quindi raggrupparsi in due categorie che riguardano:

1) la sostituzione di materiali metallici di importazione con altri di produzione nazionale o di più facile importazione. L'eliminazione degli sprechi di essi ed il miglioramento nella loro utilizzazione;

2) la riduzione dei consumi di carbone da vapore e di lubrificanti di importazione e l'impiego di combustibili nazionali.

Tali due grandi serie di provvedimenti, di vasta portata economica, furono attuati ed in parte sono in corso di attuazione presso il Servizio Materiale e Trazione che ho l'onore di dirigere secondo le direttive stabilite da S. E. il Ministro delle Comunicazioni e dal signor Direttore Generale delle Ferrovie dello Stato.

A) Riduzione di impiego e di consumo dei materiali metallici ricchi.

I provvedimenti intesi alla riduzione dei consumi di materiali metallici di importazione, specialmente se ricchi, furono attuati con analoghi criteri direttivi a tutto il parco delle locomotive siano elettriche che a vapore, nonchè delle automotrici ed elettromotrici ed ai veicoli. Il caso particolare che ora mi occupa è perciò soltanto un lato del complesso ed importante problema tecnico ed organizzativo a cui è dedicata l'attività di un apposito corpo di ingegneri del Servizio Materiale e Trazione (1).

I concetti fondamentali attuati furono quelli della unificazione e della normalizzazione del materiale mobile riducendo i tipi in servizio, adottando pezzi di ricambio comuni a diversi tipi di locomotive e la lavorazione di serie nella produzione dei pezzi stessi.

I gruppi di locomotive a vapore dei differenti tipi, che nel 1905 erano 273, furono difatti gradualmente ridotti a soli 82 al 30 giugno passato. Sono in corso di demolizione, oggi, le unità appartenenti ad altri 16 gruppi e quindi tra breve i gruppi stessi saranno soltanto 66 e, naturalmente, dei tipi più moderni ed economici.

La normalizzazione delle locomotive a vapore si è estesa anche nelle officine di riparazione delle locomotive a vapore stesse, nella costruzione e scelta dei tipi di acciai speciali per utensili e nel normale loro impiego. Sono continuamente migliorati i mezzi di lavoro che riducono gli sfridi delle materie impiegate ed i soprametalli; si è esteso largamente l'uso del taglio, della saldatura ossiacetilenica e di quella elettrica per la riparazione ed i riporti di metallo nei pezzi logorati che così possono venire riutilizzati. Vengono direttamente fusi materiali metallici che non abbisognano di lavorazioni a freddo, eliminando i consumi propri dei lavori di finitura. Ad esempio, in appositi reparti centralizzati di officina per riparazioni locomotive, si costruiscono direttamente, fuse, piastre di guida per boccole delle sale montate, guarniture metalliche per aste di distributori, stantuffi, ecc.

Sull'argomento della sostituzione di materiali di importazione con altri parzialmente o totalmente di produzione nazionale dovrei intrattenermi a lungo: ma, non potendo addentrarmi nei singoli particolari per mancanza di tempo, mi limiterò a ricordare due esempi caratteristici: la sostituzione del rame con l'acciaio nei forni delle locomotive e la sostituzione dello stagno con altri metalli nelle leghe di antifrizione.

L'adozione dei forni di acciaio completamente saldati, in luogo di quelli di rame, è stata decisa dopo una accurata serie di esperimenti di esercizio che hanno confermato il loro perfetto comportamento e la loro durata almeno uguale a quella dei forni di rame, mentre le spese di manutenzione risultano apprezzabilmente minori (2).

Si hanno così i vantaggi economici di ridurre il costo del forno dell'80 % circa mentre il forno diminuisce di peso di circa il 30 %; cosa apprezzabile trattandosi di applicarlo ad una macchina di trazione semovente. Il rendimento termico per trasmissione di calore dal forno all'acqua è praticamente inalterato. La lamiera di ferro assume una temperatura di regime di pochi gradi soltanto superiore a quella della la-

(1) Cfr. *L'eliminazione degli sprechi nelle F. S.*, Ing. C. Valeri, E.N.I.O.S. Roma, 1938-XVI.

(2) Per le caratteristiche dell'acciaio usato e per le modalità di saldatura. Cfr. *Forni di acciaio per locomotive. Un esperimento italiano*, Ingg. Saccomani e Verzillo, in « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », 15 gennaio 1936-XIV.

miera di rame (circa 10 %). Per ora abbiamo in corso l'applicazione di forni di acciaio su 62 locomotive, ma il procedimento è in via di estensione anche perchè esso consente di risolvere il problema autarchico, di primaria importanza, dell'impiego di combustibili nazionali di cui dirò tra breve.

Così pure è stata decisa l'adozione dei tubi bollitori per caldaie da locomotive con cannotti di ferro verso il forno, anzichè di rame, con notevole risparmio di quest'ultimo metallo ricco (circa 45 Tonn. all'anno).

Per diminuire il consumo dello stagno, si provvede con ritmo celere alla sostituzione, fin dove è possibile, di bronzi e di leghe di antifrizione ad elevato titolo di stagno, con bronzi a titolo meno elevato e con leghe di antifrizione a base di piombo, metallo quest'ultimo che come è noto viene prodotto in Italia da qualche anno in quantità piuttosto notevole (3). Sui risultati ottenuti specialmente nei riguardi della regolarità dell'esercizio, dirò qualche parola in seguito.

La diminuzione dei consumi di metallo di antifrizione, dell'ordine di *alcune centinaia di tonnellate all'anno,* è dovuta inoltre a tutta un'altra serie di provvedimenti, quali le riduzioni dei tipi di metallo impiegato, il rigoroso controllo del suo impiego, l'adozione di spessori ridotti di metallo sui cuscinetti, la centrifugazione usata nell'applicazione ad essi, la riutilizzazione della tornitura e del metallo usato, ecc.

Un problema autarchico di importanza notevole, che per le locomotive a vapore è stato risolto in modo totalitario, è quello della eliminazione completa su di esse degli apparecchi protetti da brevetti stranieri. Tutte le apparecchiature speciali che sono oggi applicate devono essere e sono di ideazione e di produzione italiana. Quelle brevettate all'estero già acquistate rimangono in servizio soltanto fin che sono utilizzabili. In questo campo di delicata attuazione tecnica, mi limito a citare soltanto la organizzazione già attuata per la costruzione di tutti i pezzi di ricambio dei 3.000 tachimetri delle nostre locomotive costruiti all'estero su brevetto straniero. Anche i loro pezzi di ricambio, pochi anni or sono, erano acquistati all'estero. Ora sono tutti costruiti da noi con lavorazioni di precisione che consentono la intercambiabilità completa dei pezzi e la unificazione degli apparecchi.

Per essere in grado di costruire i pezzi di ricambio degli apparecchi tachimetrici abbiamo costruito, annessa al Deposito locomotive di Bologna, una piccola officina attrezzata di modernissimo macchinario e con metodica organizzazione siamo riusciti a costruire tutti i pezzi del complesso non trascurabile costituente il tachimetro. Siamo inoltre riusciti ad ottenere la completa intercambiabilità dei pezzi stessi, particolare questo che la Ditta estera fornitrice non aveva realizzato. Così ci siamo liberati da forniture straniere non solo, ma abbiamo fatto un balzo in avanti nei metodi di lavorazione, superando grandemente in quantità e precisione la stessa produzione straniera.

Con una maestranza di 26 operai nell'anno 1937, oltre alla revisione periodica di circa 3000 tachimetri e di 1000 indicatori di velocità elettrici esistenti sulle automotrici elettriche ed a carburante, si sono costruiti 360 tachimetri nuovi per le locomotive elettriche di costruzione, con un costo di produzione di circa il 65 % in

(3) Cfr. *I minerali metalliferi*, MICHELE TARICCO, Geologo Superiore del R. Ufficio Geologico di Roma (Piombo - stagno).

meno di quanto si sarebbero dovuti pagare alla ditta straniera costruttrice di tali apparecchi.

Tale successo ci porta ora ad utilizzare la maestranza e l'organizzazione dell'Officina tachimetri di Bologna anche per la riparazione di pezzi di ricambio della utensileria (4) pneumatica di costruzione straniera necessaria per la riparazione delle locomotive. L'ampliamento dell'Officina che deve farsi per tale scopo è già in corso di esecuzione.

B) RIDUZIONE DEI CONSUMI DI CARBONE DA VAPORE E DI LUBRIFICANTI. IMPIEGO DI COMBUSTIBILI NAZIONALI.

La riduzione integrale dei consumi di combustibili di importazione si ottiene con l'elettrificazione della Rete ferroviaria, di cui non è mio compito illustrare qui gli sviluppi avvenire ed i risultati cospicui già ottenuti.

Rimanendo nel solo campo della trazione a vapore, una azione decisamente autarchica è stata ottenuta ed è in atto a mezzo dei seguenti provvedimenti fondamentali:

1) eliminazione degli sperperi di combustibile e di lubrificanti perfezionando la tecnica della combustione, della condotta del fuoco delle locomotive e quella della loro razionale lubrificazione;

2) utilizzazione intensiva delle locomotive a vapore residue dalle linee elettrificate, in modo da ottenere da esse il minimo consumo di carbone per unità di lavoro;

3) miglioramenti e perfezionamenti tecnici delle locomotive stesse;

4) sostituzione parziale o totale per alcuni servizi, all'uopo scelti, del carbone da vapore di importazione con combustibili nazionali.

Vediamo schematicamente le vie seguite per raggiungere gli scopi accennati.

1) Primo elemento di successo per ottenere una buona utilizzazione del combustibile è quello di sceglierne, possibilmente, il tipo più indicato e di controllare i metodi di condotta del fuoco. I controlli delle qualità del carbone acquistato all'estero si fanno da appositi uffici, all'origine nelle miniere, poi all'arrivo in Italia, sia con analisi chimica di laboratorio all'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni, sia con prove pratiche sulle locomotive.

Si influisce poi sul consumo del combustibile suscitando l'interessamento del personale di macchina in due modi distinti. Il primo è uno stimolo economico attuato a mezzo di un premio di economia sul combustibile, premio assegnato al personale stesso ed esteso a quello di dirigenza e sorveglianza degli impianti che hanno locomotivo a vapore; il secondo è un provvedimento educativo-culturale ottenuto curando continuamente che l'istruzione tecnica del personale stesso si migliori in modo che esso divenga sempre più capace di condurre normalmente il fuoco della locomotiva e mantenerne efficienti il rendimento con una buona manutenzione corrente. Tale cura non si limita a norme ed a raccomandazioni generiche come si faceva per il passato. Dal 1936 in poi essa si esplica a mezzo dell'insegnamento pratico fatto da esperti

(4) L'utensileria penumatica in dotazione negli impianti F. S. è di circa 3500 attrezzi. A questi debbono aggiungersi altre 3500 circa pompe lubrificatrici centrali per distributori e cilindri di locomotive a vapore ed elettriche, che pure si ripareranno presso la stessa Officina tachimetri.

ai singoli macchinisti, inteso come una diretta integrazione dell'istruzione professionale. Dei tecnici, preventivamente istruiti da ingegneri specialisti, vengono opportunamente incaricati di impartire periodicamente ai macchinisti le norme pratiche da seguire per la razionale condotta del fuoco sia in marcia che durante gli stazionamenti, e negli accendimenti e spegnimenti delle locomotive. Tale dimostrazione viene integrata da opportune conversazioni e con esempi pratici sulla stessa locomotiva, istruendo il personale di macchina in modo che questi abbia la dimostrazione tangibile della bontà delle norme stesse e ne resti convinto.

Nell'ultimo esercizio finanziario, i vantaggi ottenuti con tale istruzione integrativa sulla razionale condotta del fuoco possono valutarsi in circa il 7 % del consumo precedente.

Ciò ha portato ad una economia del carbone da vapore di importazione che posso valutare approssimativamente in circa 20.000 tonn. annue sicuramente aumentabili in seguito.

Un particolare cenno deve farsi anche su quanto riguarda il consumo dei lubrificanti per le locomotive a vapore (5).

Nel periodo di disorganizzazione dei servizi ferroviari precedenti l'avvento del Fascismo, lo sperpero di lubrificanti era tale che portava, nei mesi estivi del 1922-23, ad un consumo di 82 gr. per locomotiva-Km. computati con apposito coefficiente di ragguaglio tra olio da cilindri ed olio minerale scuro per boccole.

Intrapresa subito una decisa azione di controllo, di istruzione del personale, di emulazione fra i singoli conducenti di locomotive e dirigenti di impianti, si giunse nel 1925-26 a ridurre, con gradualità, i consumi a ben 22 gr. per locomotiva-Km. Perfezionando ulteriormente la organizzazione ed i meccanismi di lubrificazione di cui fu curata l'ottima manutenzione, si ebbero poi ulteriori riduzioni, naturalmente ottenute con maggior lavoro perchè, avvicinandosi ai minimi consumi teoricamente ammissibili, era sempre più difficile ottenere risultati tangibili.

Nel 1935-36 si giunse così a gr. 16,8 per locomotiva-Km.

Nel 1936-37 si è ottenuta una ulteriore sensibile riduzione di gr. 1,0 per locomotiva-Km. raggiungendo i gr. 15,8.

Alla riduzione di consumi dipendenti da una più accurata ed intelligente condotta delle locomotive corrisponde un effettivo miglioramento del servizio con diminuzioni notevoli dei riscaldi ai fuselli degli assi ed al meccanismo. L'economia annua consolidata fu notevolissima ed ai prezzi attuali dei lubrificanti, può valutarsi ad oltre 20 milioni di lire, che sarebbero state spese in valuta estera se non si fossero attuati i provvedimenti citati di controllo e di istruzione professionale.

Ho accennato ora ai riscaldi dei fuselli delle locomotive e come tali inconvenienti di esercizio influiscano sul problema autarchico. Permettetemi però di accennare, se pure non riguardi strettamente il nostro tema, quanto è stato fatto dall'Amministrazione delle Ferrovie di Stato nel campo dei veicoli, che agli effetti autarchici è ancora ben più importante di quello delle locomotive, le quali continuamente sono assistite dal personale di macchina mentre questo non può avvenire per i veicoli.

(5) Cfr. Ing. A. Mascini: *Sulla riduzione del consumo di materie di ungimento per le locomotive a vapore nel triennio giugno* 1923-*maggio* 1926, in « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », 15 marzo 1927.

Nell'anno 1914, considerato allora come anno di regime, si ebbe per i veicoli un totale di 12.853 riscaldi, equivalenti a riscaldi 3,91 per milione di assi-Km.

In conseguenza della minore accudienza durante il periodo bellico e per la sostituzione, dovuta effettuare in tale periodo, del metallo di antifrizione a base di stagno con altro a base di piombo, i riscaldi andarono man mano aumentando fino a raggiungere nell'anno 1920 il totale di 39.000, pari all'11,54 per milione di assi-Km.

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato intervenne prontamente per metter rimedio a tale disastrosa situazione:

fu migliorato il tipo delle boccole;

fu adottato un metallo di antifrizione completamente studiato da ingegneri delle Ferrovie di Stato che, pure avendo un basso tenore di stagno, ha dato risultati simili a quelli ottenuti con metallo a base di stagno;

si migliorò la confezione dei guancialetti ungitori ed il sistema per fissare questi al portaguancialetto;

si provvide per una più accurata sorveglianza alle boccole durante il viaggio, in modo da intervenire prontamente appena si abbiano indizi di riscaldo.

Il miglioramento che si attendeva da tali provvedimenti non fu così sollecito come si sperava a causa del disordine sociale del periodo post-bellico e solo nel 1926 si iniziò la fase decisamente decrescente che ha portato ad avere nell'anno 1937 un totale di soli 2.578 riscaldi, pari a 0,49 per milione di assi-Km.

L'importanza di tale risultato apparirà anche maggiore se si pone mente all'aumentata velocità dei treni odierni rispetto a quelli del passato.

In tema di economia di materie prime di importazione, il metallo di antifrizione adottato portò al risparmio dell'85 % nel quantitativo di stagno impiegato precedentemente nelle altre leghe di antifrizione.

Meritano poi di essere segnalati i risultati ottenuti nel consumo del lubrificante e dei guancialetti ungitori e nel servizio di untura.

Non appena il numero dei riscaldi cominciò a diminuire sensibilmente, si procedette ad una radicale riforma del servizio di untura dei veicoli, abolendo quasi completamente la rifornitura sui piazzali dell'olio alle boccole e furono inoltre presi provvedimenti per evitare ogni preco di lubrificanti anche nelle normali riparazioni e rifornimenti.

Con ciò, oltre ad un risparmio di 250 agenti addetti alla lubrificazione dei veicoli, si è ottenuto che il consumo di olio minerale scuro per lubrificazione, che prima era di circa Tonn. 2.200 per ogni esercizio, sia ora ridotto a poco più di 1.000 Tonn.

Per i guancialetti ungitori formati essenzialmente di lana e cotone, si è arrivati ad ottenere un tipo, che per le sue caratteristiche costruttive ha una durata tale che il consumo annuo di guancialetti ungitori si è ridotto del 50 %. Attualmente si sta cercando di ottenere una ulteriore economia, sia riducendo le dimensioni dei guancialetti, sia adottando, in luogo del cotone, fibre nazionali.

Riassumendo quanto sopra esposto si può concludere che, oltre alla riduzione del l'85 % nel quantitativo di stagno impiegato per il metallo di antifrizione, ed a quella del 50 % nelle materie occorrenti per confezionare i guancialetti ungitori, si è potuto conseguire, rispetto all'anno 1920 di massima punta, una economia diretta di circa

L. 8.000.000 annue nelle spese di riparazione dei riscaldi, di personale, e per consumo di olio. In tale cifra non sono comprese le altre economie indirette per minori spese di esrcizio, per diminuzione di danni alle merci, ritardata resa, ecc., il cui ammontare è notevolmente superiore alle economie dirette.

2) Il consumo di carbone per unità di lavoro dipende anche da altri fattori oltre quelli citati e che vanno qui ricordati.

Ad esempio, si diminuisce il consumo di combustibile mantenendo sempre in buono stato le condizioni di manutenzione delle locomotive. Su ciò influiscono i miglioramenti organizzativi e tecnici dei metodi di riparazioni cicliche delle locomotive che hanno anche consentito di aumentare la percorrenza media chilometrica fra due riparazioni successive e quindi diminuire, a pari lavoro, il numero di unità accese (6): la riduzione del tempo medio di giacenza in officina delle locomotive per riparazione corrente, media e grande che ha permesso di avere in servizio ed efficienti un maggior numero di unità rispetto al totale della dotazione; il continuo miglioramento delle acque di alimentazione delle caldaie con intensificazione della depurazione chimica a freddo e in qualche caso direttamente a caldo in caldaia che ha migliorato il rendimento termico e la durata delle caldaie (7); lo studio accurato dei turni di servizio delle locomotive ed il continuo controllo della loro completa utilizzazione per ridurre il numero di unità necessario a svolgere un determinato traffico e quindi contribuire a diminuire i consumi unitari di combustibile.

La elettrificazione e la motorizzazione di molti chilometri di linee hanno messo a disposizione una grande quantità di locomotive a vapore per cui, su una dotazione di 4231 unità a vapore, ne sono attualmente utilizzate, come ho già detto, soltanto 3266 con una disponibilità di 965 unità eccedenti ai bisogni, pari cioè al 30 % delle locomotive in servizio.

Con siffatta notevole eccedenza di locomotive a vapore, che dipende da causa estranea al traffico e che costituisce un valore patrimoniale inattivo di scorta di circa 250 milioni di lire, non è il caso di pensare oggi, e per un futuro anche non tanto prossimo, alla costruzione in Italia di nuove locomotive a vapore a scartamento normale per le F. S.; ma non sarebbe stato nemmeno razionale lasciare invecchiare eccessivamente il parco efficiente ed utilizzato di locomotive a vapore in modo che esso potesse essere rapidamente superato e quindi non più in grado di reggere in confronto ai tipi più perfezionati che oggi la tecnica potrebbe fornire. Onde ne è derivata la necessità di rimodernare il parco locomotive a vapore secondo speciali criteri che non importino spese patrimoniali notevoli e che pur tuttavia consentano di diminuire i consumi unitari di combustibile (8).

(6) La percorrenza media delle locomotive a vapore in turno, effettuata tra due riparazioni successive con rialzo degli assi è stata:

nel 1928-29, Km. 43.791;

nel 1937-38, Km. 90.580

e quindi essa è risultata più che doppia.

(7) Cfr. *Impianti di depurazione chimica dell'acqua per locomotive delle F. S.*, ing. MICHELUCCI e dott. NALINI, in « Rivista Tecnica Ferrovie Italiane », 15 luglio 1929. Stessa Rivista e stessi autori: memorie successive nei fascicoli: 15 febbraio 1930, 15 marzo 1932, 15 settembre 1933, 15 febbraio 1936, 15 gennaio 1937, 15 dicembre 1937.

(8) Cfr. Atti del II Congresso degli Ingegneri Italiani, Roma, 1931-IX: « *Miglioramenti del parco locomotive a vapore delle Ferrovie dello Stato*,

La ricordata eccedenza di unità a vapore rispetto ai bisogni dell'esercizio ha consentito di tenere in servizio quelle locomotive a vapore che sono le più moderne e redditizie, accantonando le unità di tipo più vecchio o meno economico.

Questo provvedimento ha avuto come conseguenza di ringiovanire in modo assai rapido il parco utilizzato delle locomotive a vapore per cui oggi, se si prescinde dai servizi di manovra nelle stazioni, non esistono quasi più locomotive addette ai treni che non siano provviste di surriscaldatore del vapore o quanto meno della doppia espansione. A questo miglioramento del parco locomotive, dipendente da criteri organizzativi, se ne aggiunge un altro dipendente invece da criteri termotecnici particolari.

È noto che l'aumento della pressione di lavoro, entro i limiti di impiego nella caldaia da locomotiva, aumenta il rendimento termico di essa. Da prove dinanometriche effettuate è risultato che passando dalla pressione di lavoro di Kg.cmq. 12 a quella di Kg.cmq. 16 si ottiene una economia di carbone del 4,5 %, molto prossima a quella teorica misurabile sui noti diagrammi del vapore d'acqua. Tale economia poteva quindi realizzarsi anche sulle vecchie locomotive, pnando lo spessore delle lamiere delle caldaie consentiva un aumento di pressione compatibilmente con la resistenza meccanica del meccanismo motore.

L'esame particolarmente accurato delle caldaie da locomotive, specialmente se provviste di lamierini di rame di protezione nella parte inferiore del corpo cilindrico, ha portato alla conclusione pratica, basata su quasi un trentennio di osservazioni, che il consumo diffuso delle lamiere delle caldaie da locomotiva è molto lento, specialmente in conseguenza della migliorata qualità del materiale e delle acque usate, tanto che l'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha aumentato da 4 a 6 anni il periodo massimo intercedente fra due visite interne delle proprie caldaie provviste di lamierino di rame. In base ai favorevoli risultati ottenuti e con analogo criterio, si è potuto utilizzare il soprametallo delle lamiere delle caldaie stabilito in progetto per tener conto della parte consumabile con l'uso, come elemento costitutivo integrante della resistenza delle lamiere, le quali, considerate invece di uno spessore maggiore, potevano consentire un aumento della pressione di lavoro.

Così per esempio, una caldaia da locomotiva di determinate dimensioni avente a nuovo 17 mm. di spessore nelle lamiere del corpo cilindrico, se lavora a Kg/cmq. 14 può consumarsi fino ad avere lo spessore minimo di 13 mm.; mentre se essa viene timbrata a 16 Kg.cmq. tale spessore non dovrà divenire inferiore a mm. 14. Si riduce così il soprametallo da mm. 4 a mm. 3 aumentando di conseguenza la pressione di lavoro.

La caldaia si invecchia un po' più rapidamente: ma ciò non ha importanza date le eccedenze di locomotive a vapore che risultano dalle continue elettrificazioni e motorizzazioni delle linee e si ottiene subito una immediata economia di carbone di importazione. È questo un problema particolare di esercizio attuato in tutti i casi in cui è possibile e che deriva dal fatto di potere ottenere uno sfruttamento intensivo delle vecchie locomotive.

3) Altri provvedimenti attuati con notevole estensione per migliorare il rendimento delle locomotive a vapore sono stati:

— l'applicazione del preriscaldatore dell'acqua di alimentazione utilizzando in parte il vapore di scarico dei cilindri (viene ricuperato nella marcia a regime circa

il 5 % del calore ceduto dal vapore di scarico), sia con iniettore a vapore di scarico che con pompe e preriscaldatori (9);

— l'uso di distributori perfezionati a valvole di ideazione italiana (distribuzione a valvole reversibili dell'Ing. Caprotti applicata su 335 unità del parco (10);

— miglioramento del rendimento dello scappamento inteso come macchina ausiliaria per realizzare il tiraggio forzato;

— lo studio metodico delle dimensioni delle griglie, delle luci libere dei tubi bollitori e dei surriscaldatori; l'aumento del surriscaldamento medio del vapore, ecc.

Non è stata nemmeno trascurata la parte riguardante la forma aerodinamica delle locomotive a vapore ed è ora in corso di modificazione una locomotiva gr. 691, per treni rapidi con velocità massima di 130 Km/ora, per trasformarla con forma di massima penetrazione al fine di ridurre la sua resistenza aerodinamica. Tale forma sarà controllata sia con prove su modello alla galleria del vento ed alla vasca idrodinamica, che con prove dirette dinamometriche effettuate con treni speciali (11).

Infine ricordo che sono state effettuate delle prove sistematiche con esito soddisfacente di un nuovo tipo di locomotiva con caldaia speciale, brevetti Franco, con ricupero di calore dei prodotti della combustione.

Sembra utile soffermarsi un poco per dare alla fine di questa elencazione uno sguardo a tutto il lavoro compiuto in modo da valutarne globalmente la portata.

Di fronte ad un complesso così notevole di locomotive a vapore destinate ai più svariati servizi, quale è il consumo medio di carbone per unità di lavoro che oggi si ottiene sulle Ferrovie Italiane dello Stato?

Le contabilità istituite per i premi di economia del personale di macchina ci indicano che il consumo di carbone per etto-tonnellata-chilometro-virtuale di treno completo (che è l'unità convenzionale del lavoro di trazione presa per base) è stato, nell'ultimo esercizio e per l'intera rete esercitata a vapore, di Kg. 3,10 al lordo degli accendimenti e stazionamenti che pesano all'incirca per il 25 % del consumo totale. Si è avuto quindi in marcia un consumo medio di Kg. 2,35. Orbene, calcolata l'equivalenza media approssimativa di tale lavoro convenzionale con il cavallo-ora in Kgm. 500.000, ne risulta un consumo medio annuo di litantrace normale per cavallo-ora effettivo di Kg. 1,27 e di Kg. 1,14 per cavallo-ora indicato.

Analoghi computi istituiti alla fine del 1914 (12), immediatamente prima della grande guerra e con organizzazione tecnica a regime, portavano ad un consumo di carbone per cavallo indicato di Kg. 1,62. La riduzione del 30 % è certamente apprezzabile.

---

(9) Cfr. *Die Vervollkommung der Dampflkomotiven nach den besonderen Anforderungen des Betriebes der Italianischen Staatsbahnen* » in « Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens », n. 6-7 del 20 marzo 1930.

(10) Cfr. « *Su di un nuovo tipo di distribuzione a valvole applicate nella locomotiva « Consolidation »* - 740.324 F. S. », in « Rivista Tecnica Ferrovie Italiane », n. 6 del 15-6-1920.

(11) Per i metodi sperimentali seguiti Cfr. « *Determinazioni della resistenza aerodinamica del materiale ferroviario mediante esperimenti alla vasca idrodinamica* », G. CORBELLINI, in « Rivista Tecnica Ferrovie Italiane », 15 aprile 1936.

(12) Cfr. « *Rilievi e confronti sul consumo di combustibile per le locomotive delle Ferrovie Italiane dello Stato* - 1907-1913 », ing. LUIGI GREPPI, in « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane », 15 ottobre 1914.

Bisogna pensare che trattasi di consumo unitario medio di motori di trazione a vapore alternativi a regimi continuamente variabili con frequentissimi arresti, senza condensatore, con caldaie a vaporizzazione intensa; che la media è relativa a qualche migliaia di unità nelle più svariate condizioni di manutenzione, di condotta e di clima, usate da personale svariatissimo (abbiamo circa 6000 guidatori TV.), per concludere che possiamo essere tranquilli sulla organizzazione tecnica dell'impiego dei litantraci di importazione e che questi vengono utilizzati nei servizi di trazione delle F. S. con la massima oculatezza e senza sperperi. Il consumo medio annuo per unità di lavoro ottenuto è l'indice più sicuro della bontà degli odierni servizi relativi alla trazione a vapore.

4) Si è affrontato con vero entusiasmo anche lo studio dell'impiego sulle locomotive di combustibili nazionali (13), malgrado le difficoltà del problema. Si è trattato finora di combustibili ricchi di ceneri (salvo qualche lignite xiloide) con percentuale elevata di zolfo volatile e, spesso, di umidità. Quando il potere calorifico è basso, non sono facilmente realizzabili gli intensi regimi di fuoco propri delle locomotive e le potenze specifiche di vaporizzazione si abbassano. Inoltre i prodotti dello zolfo contenuti nei gas della combustione, la grande quantità di ceneri (fino al 30 %) sono nemici che non sempre si possono debellare.

Agli effetti della trazione ferroviaria possiamo tuttavia dividere i combustibili stessi in due grandi categorie: quelli poveri di zolfo (con circa l'1 %) e quelli ricchi (con circa il 10 %).

Tra i primi si annoverano alcuni tipi di ligniti il cui potere calorifico può essere migliorato a mezzo della panificazione ottenendo delle mattonelle di lignite di circa 5500 calorie.

Rispetto al litantrace da vapore si ha una perdita di potere calorifico del 30 % a cui si può far fronte solo nei servizi secondari come sono quelli delle locomotive di manovra sulle quali fu usata appunto, prima per esperimento e poi estesa, la lignite in mattonelle con accettabile rendimento termico. Così che nei vari impianti della Rete oggi si consumano globalmente sulle locomotive di manovra oltre 16.000 Tonn. di mattonelle di lignite all'anno. Tale consumo aumenterà gradualmente secondo la potenzialità di produzione degli impianti di panificazione della lignite, fino a saturare il fabbisogno per i servizi di manovra nelle località per le quali il trasporto risulta conveniente.

Questo fabbisogno si presume di almeno il doppio della cifra indicata. Come si vede, siamo già a buon punto.

Combustibili nazionali del potere calorifico di 5000 calorie e con zolfo, ma scarsi di ceneri, come quello dell'Arsa, si impiegano già correntemente in tutte le nostre Centrali Termiche appositamente attrezzate per riscaldamento preventivo dei treni nelle grandi stazioni con consumo di oltre Tonn. 25.000 annue. Ma il tenore di zolfo ne impedisce l'impiego nei forni di rame delle nostre locomotive. Si è proceduto allo studio organico del problema, e, dopo alcuni insuccessi sperimentali subiti all'inizio, esso trovò la sua brillante soluzione quando al forno di rame si sostituì il forno di acciaio saldato di cui ho già parlato. Non vi è bisogno di caricatori au-

(13) Cfr. *Utilizzazione ed economia dei combustibili*, Parte III: « L'impiego dei combustibili Nazionali — E.N.I.O.S. », Anno 1936-XIV.

tomatici dei carboni nazionali nei forni delle locomotive in un primo tempo sperimentati e nemmeno di griglie mobili ad ugelli speciali, come fu ritenuto da esperti nei primi passi dello studio del problema. Basta solo dimensionare opportunatamente le griglie mobili stesse, modificare il ceneratoio e lo scappamento. L'aumento del regime di griglia che deriva dalla diminuzione del potere calorifico è accettabile in modo che la potenza vaporizzante non è ridotta eccessivamente.

Dopo tali esperimenti si può concludere che il carbone nazionale è utilizzabile sulle locomotive e ciò senza costose applicazioni di apparecchi speciali brevettati stranieri.

Naturalmente i consumi per unità di lavoro aumentano in misura alquanto maggiore di quella della diminuzione del potere calorifico in confronto dei normali carboni da vapore di importazione in conseguenza del peggiorato rendimento delle caldaie per l'aumento notevolissimo dei regimi di fuoco che raggiungono perfino i 650 Kg. di carbone all'ora per mq. di griglia: ma ciò dal punto di vista autarchico non ha eccessiva importanza.

Un caratteristico impiego di essi sarà certamente quello che si otterrà nelle locomotive della Rete Sarda priva di gallerie, dove proprio alla fine di questo mese invieremo n. 11 locomotive con forno di acciaio saldato, griglia mobile, ceneratoio e scappamento, modificati, destinate all'impiego del carbone di Bacu-Abis.

Ciò prelude alla modificazione di tutte le locomotive a vapore dell'Isola in modo che essa possa rapidamente svincolarsi dall'uso per la trazione ferroviaria di Stato, del carbone di importazione. Si sarà attuata allora una prima tappa sul cammino della autarchia dei combustibili perchè le F. S. non avranno più bisogno di inviare in Sardegna carbone di importazione. La Rete Sarda con trazione a vapore potrà così essere alimentata esclusivamente con le proprie risorse.

* * *

Questa schematica elencazione dei provvedimenti più importanti adottati nella trazione ferroviaria a vapore dello Stato per raggiungere risultati tangibili nel campo dell'autarchia, ha il solo scopo di richiamare la vostra attenzione sul fatto che, nel vasto campo di rinnovamento di spiriti e di iniziative della nuova Italia imperiale, anche la tecnica della trazione a vapore delle Ferrovie dello Stato si trova nei ranghi. Essa, pur disponendo di un materiale di non recente ideazione di cui non si costruiscono più nuove unità, risolve ancora dei problemi tecnici di notevole portata economica che meritano di essere messi in qualche rilievo.

Ciò che sono lieto di aver potuto fare questa sera con la presente comunicazione.

Il relé unitario tipo F. S. per gli impianti di segnalamento

Ing. C. BELLOMI, per incarico del Servizio Lavori delle F. S.

(*Vedi Tav. VIII fuori testo*)

Riassunto. — Si espongono i concetti seguiti per ottenere un relè unitario da impiegarsi negli impianti di segnalamento, di Apparati Centrali e di blocco. Tali concetti si riassumono in quello di « trasportare » la funzione dal relè a speciali contropiastre, una per funzione. Si espongono i vantaggi ottenuti con un tale sistema e si danno alcune notizie sul relè unitario tipo F. S. oggi largamente usato sulla rete italiana delle Ferrovie dello Stato.

1. — **Premesse.**

Nel numero del 15 giugno 1936 di questa Rivista si è fatto cenno e si è esposto in modo sommario quanto è stato fatto dall'Amministrazione delle Ferrovie Italiane dello Stato per raggiungere l'unità tecnica in materia di impianti di apparati centrali.

Scopo di quest'articolo è quello di dare qualche notizia più dettagliata relativamente ai relé di segnalamento.

Come è noto, sugli apparati centrali si richiedono tre tipi fondamentali di relé:

a) *I relé di condizione* o relé neutri, i quali, quando sono eccitati, ossia quando nei loro avvolgimenti circola una corrente — qualunque ne sia il senso, se trattasi di relé a corr. cont. o, qualunque ne sia la polarità se trattasi di relé a c. a. — stabiliscono dei contatti (detti contatti alti) che intervengono nello stabilire la continuità di determinati circuiti elettrici; mentre quando sono diseccitati, ossia quando nei loro avvolgimenti non circola corrente, o non stabiliscono contatti o ne stabiliscono altri (detti contatti bassi) che possono o meno intervenire nello stabilire la continuità di altri circuiti elettrici.

b) *I relé polarizzati* che hanno tre posizioni ossia che stabiliscono:

una serie di contatti quando nel loro circuito di alimentazione circola una corrente in un determinato senso (per es. positivo);

una seconda serie di contatti quando nel loro circuito di alimentazione circola una corrente di senso contrario alla precedente (per es. negativa);

ed una terza serie di contatti quando nel loro circuito di alimentazione non circola corrente.

Tali relé sono generalmente impiegati quali relé di controllo, ossia per ripetere — nella cabina di manovra, od in altri punti determinati della stazione — in modo sempre positivo, tanto le indicazioni dei segnali, tanto la posizione — normale o rovescia — dei deviatoi.

c) *I relé di binario* che sono quelli che ripetono lo stato (libero od occupato da veicoli) di un tratto di binario appositamente attrezzato per costituire un circuito di binario che — come è noto — ha oggi assunto importanza considerevole nei moderni impianti di segnalamento ferroviario e degli apparati centrali.

Viene poi usato un quarto tipo di relé e cioè il *relé differenziale* costituito da due avvolgimenti antagonisti e che si eccitano solo quando si stabilisce un determinato squilibrio fra i valori delle intensità delle correnti che circolano, in senso inverso, nei due avvolgimenti stessi. Questi relé vengono impiegati, di regola, per il controllo della illuminazione elettrica dei segnali semaforici.

2. — Condizioni generali cui deve soddisfare un relé unificato.

Lo scopo che si è voluto raggiungere dall'Amministrazione delle F. S. nello studio dei suddetti tipi di relé in occasione della unificazione è quello di avere un relé che, nel modo più economico possibile permetta di ottenere:

a) una grande regolarità e sicurezza di funzionamento;

b) un elevato rapporto di diseccitazione;

c) una grande facilità di ricambio, senza essere obbligati, per compiere tale operazione, a distaccare conduttori od altro;

d) di impedire, infine, per quanto possibile, che un relé di un tipo possa essere sostituito durante tale operazione, da un relé di altro tipo: per es. mettere a posto di un relé neutro, un relé polarizzato, od un relé di binario e viceversa.

3. — Come ottenere relé a basso prezzo con le condizioni imposteci.

È noto che in generale, per un relé di binario si richiedono requisiti più rigorosi di quelli che vengono richiesti per relé neutri e polarizzati. Infatti il primo, una volta eccitato, si deve diseccitarsi per semplice effetto della riduzione dell'intensità di corrente di alimentazione che si ottiene quando, in derivazione al relé si inserisce una resistenza di debole valore; (il relé di binario è tanto più pregiato, quanto più alto è il valore di questa resistenza shunt). Invece per il relé neutro è sufficiente che si disecciti quando il valore della corrente di alimentazione diventa praticamente nulla. Per il relé polarizzato poi si richiede che, una volta eccitato in un determinato senso, si riecciti in senso opposto quando la corrente s'inverta di segno.

Per soddisfare quindi al primo requisito impostoci, cioè quello di avere relé con massimo grado di regolarità e di sicurezza di funzionamento, era logico pensare che — qualora fosse stato possibile risolvere la questione costo — si sarebbe raggiunta una condizione ideale impiegando per relé di condizione o per relé polarizzati relé che avessero gli stessi requisiti dei relé di binario.

Per risolvere la questione economica venne l'idea di esaminare la possibilità di costruire con uno stesso *elemento* che avesse le caratteristiche del relé di binario, tanto i relé di binario, quanto quelli neutri, quanto quelli polarizzati. In tal modo, tale elemento ordinato dalla Amministrazione Ferroviaria e costruito in grande serie, avrebbe permesso la produzione del medesimo a prezzi vantaggiosi.

Così, contemporaneamente sarebbe stata soddisfatta anche la condizione *b*) dell'elevato rapporto di diseccitazione.

Affinchè l'idea fosse realizzabile era necessario ideare relé che avessero un numero minimo di pezzi, intercambiabili fra loro, e che potessero pertanto essere fabbricati in grandi serie con una attrezzatura non eccessivamente costosa.

Per soddisfare alle condizioni *c*) e *d*) — possibilità di ricambio negli impianti in esercizio senza bisogno di distaccare conduttori, ed impossibilità di errori in detta operazione per scambio di tipi di relé —, si pensò che la cosa sarebbe stata possibile, qualora la *funzione del relé,* fosse per così dire, *trasferita* dal relé propriamente detto, ad un altro organo, che questo nuovo organo fosse fisso nell'impianto e che non avesse parti in movimento durante il funzionamento degli impianti.

Nacque così l'idea di costruire un solo elemento che fosse, per sua natura, un relé neutro a c. c. o corrente alternata con alto rapporto di diseccitazione — e quindi di un elemento con caratteristiche di relé da binario — e che fosse, a sua volta, applicabile con facilità ad una matrice o contropiastra, munita di morsetti ai quali dovessero far capo i conduttori dell'impianto e la quale pertanto dovesse essere considerata come parte fissa dell'impianto stesso.

4. — Le contropiastre dei relé neutri.

Si cominciò quindi col costruire un relé c. c. con caratteristiche per relé di binario, ossia con alto rapporto di diseccitazione, il quale fosse applicabile ad una contropiastra che, fissata ad una speciale intelaiatura, portasse tutti i morsetti necessari per connettere sia i capi del circuito di alimentazione del relé, sia quelli dei vari circuiti in cui i contatti del relé stesso debbono intervenire, sia altri per permettere l'applicazione di organi atti a differenziare le caratteristiche di funzionamento dello stesso tipo di relé (tensione, intensità, ecc.).

È noto che per un relé neutro c. c. due sono i capi del circuito di alimentazione: pertanto per questo bisogno avrebbero dovuto prevedersi due soli morsetti; essendosi poi stabilito di avere relé a quattro contatti alti e quattro bassi del tipo a deviatore, venivano a rendersi necessari altri dodici morsetti. Pertanto la contropiastra del relé neutro, avrebbe richiesto un minimo di quattordici morsetti. Effettivamente il numero dei morsetti fu in definitiva fissato in sedici per poter connettere le due bobine in serie od in parallelo come sarà detto in seguito.

La tensione normale di funzionamento venne fissata in 12 V.; però, per rendere applicabile lo stesso relé anche nel caso che il suo circuito di alimentazione si sviluppasse in tutto od in parte fuori della cabina ed in territorio elettrificato a c. c. si è ritenuto opportuno renderne possibile l'aumento di tale valore a 48 Volt.

A tal uopo, mentre le due bobine (che hanno una resistenza di 1800 Ohm. ciascuna, e che costituiscono l'avvolgimento del relé) sono connesse in parallelo quando il relé deve funzionare a 12 V., dando un relé di 900 Ohm circa (1) di resistenza, le medesime sono connesse in serie ed offrono la resistenza di circa 3600 Ohm, quando il relé deve funzionare a 48 V.

Il Capitolato per la fornitura di tali relè ammette una tolleranza sulla resistenza degli avvolgimenti ± 4 per cento.

Pertanto in luogo di due morsetti per l'alimentazione del relé c. c. ne vennero, sulla contropiastra, effettivamente, previsti quattro, i quali, a due a due, opportunamente connessi con due apposite piastrine, permettessero di avere due specie di contropiastre, alle quali applicando sempre lo stesso relé unitario dessero luogo alla formazione di due complessi distinti: l'uno di relé di condizione a 12 V.; l'altro, di relé di condizione a 48 V.

La fig. 1 (vedi Tav. VIII) rappresenta lo schema dei morsetti della contropiastra per relé neutro a corrente continua.

I morsetti di alimentazione sono quelli denominati 01, 04, 03, 02; quelli corrispondenti ai perni dei quattro deviatori azionati dal relé sono: 13, 14, 23 e 24 i quali stabiliscono rispettivamente i contatti alti 11, 12, 21 e 22 quando il relé è eccitato, ed i contatti bassi 15, 16, 25 e 26 quando il relé è diseccitato (veggasi fig. 1-*a*). La fig. 1-*b* (Vedi Tav. VIII) mostra chiaramente lo schema di attacco dei capi delle due bobine ai quattro morsetti 01, 03, 02, 04. I capi della bobina N. 1 sono connessi ai morsetti 01 e 03, quelli della bobina N. 2 sono connessi ai morsetti 02 e 04: pertanto volendo ottenere dalla contropiastra di fig. 1 quella per relé neutro con 900 Ohm di resistenza, basterà connettere con due apposite sbarrette *a* e *b* (fig. 2) (Vedi Tav. VIII) rispettivamente i morsetti 01, 04 e 03, 02. Volendo invece avere una contropiastra per relé con gli avvolgimenti in serie basterà connettere 04-03 con una barretta, o con una determinata resistenza (fig. 3) (Vedi Tav. VIII).

Occorre qui notare che i circuiti normali del segnalamento in uso nell'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato, hanno tutti il dispositivo della doppia interruzione, integrato, in alcuni casi, dal dispositivo di sicurezza del circuito chiuso neutro (ccn) (fig. 1 c, 1 c', 1 c'', 1 c_2, 1 c'_2, 1 c''_2, 1 c_3, 1 c_3' 1 c''_3. (Vedi Tav. VIII).

Dato due deviatori che interrompono o stabiliscono tanto l'andata che il ritorno di un circuito bipolare è possibile realizzare — come lo mostrano le tre serie di figure anziaccennate — in tre modi diversi il dispositivo del circuito chiuso neutro di sicurezza. Con due di essi si ottiene una connessione di ccn semplice (fig. 1 c_1, 1 c'_1, 1 c_3, 1 c'_3) e con l'altra si ottiene una doppia connessione di c. c. n. (fig. 1 c_2, 1 c'_2).

Nel caso delle fig. 1 c_1, 1 c'_1, 1 c_2, 1 c'_2 per ogni connessione di c.c.n. interviene un contatto mobile, che si realizza praticamente con una barretta che collega il perno del deviatore col contatto fisso basso dell'altro (barretta *b* di fig. 1 c_1, ed 1 c_2). Nel caso, invece, della fig. 1 c_3, 1 c'_3 per una connessione di c.c.n. intervengono due contatti mobili. Tale connessione si realizza praticamente con una barretta che collega due contatti fissi bassi (barrette *b* di fig. 1 c_3).

Quest'ultimo dispositivo di fig. 1 c_3 richiede la formazione di due contatti mobili nel dispositivo di sicurezza e quindi è meno efficiente di quello di fig. 1 c_1 che ne richiede uno solo.

Quello di fig. 1 c_2 a barrette incrociate, a rigor di termini, sarebbe il più efficiente perchè permette di avere ben due dispositivi di c.c.n. in parallelo con un solo contatto ciascuno. Detto dispositivo però potrebbe dare luogo a qualche mancato funzionamento qualora fra le due barrette avvenisse un contatto per il quale si verrebbe a stabilire in modo permanente un corto circuito sull'apparecchio utilizzatore *A*.

Per questa considerazione si è ritenuto che il maggior grado di regolarità sia da attribuirsi al dispositivo di fig. 1 c_1, il quale è stato pertanto prescelto,

Nelle figure 1, 2 e 3 degli schemi delle contropiastre sono indicati anche i numeri che contraddistinguono la funzione di ciascun morsetto. La numerazione stessa ripetuta sugli schemi di montaggio che sono costituiti da insieme di figure come quelle 1 *a* o come quelle 1 c'_1, 1 c''_1, 1 c'_2, 1 c''_2, 1 c'_3, 1 c''_3, permette agli operai di eseguire il montaggio con speditezza e permette poi agli agenti addetti alla sorveglianza ed alla verifica, di eseguire l'una e l'altra di tale operazione con la maggiore velocità e regolarità possibili.

5. — Il relé unitario.

Qui di seguito si riportano le principali caratteristiche del relé unitario, che applicato come si è ora esposto alle due contropiastre, realizza relé di condizione a 12 ed a 48 V.

a) Pressione sui contatti alti: per ciascun contatto gr. 35;

b) Pressione sui contatti bassi: per ciascun contatto gr. 35;

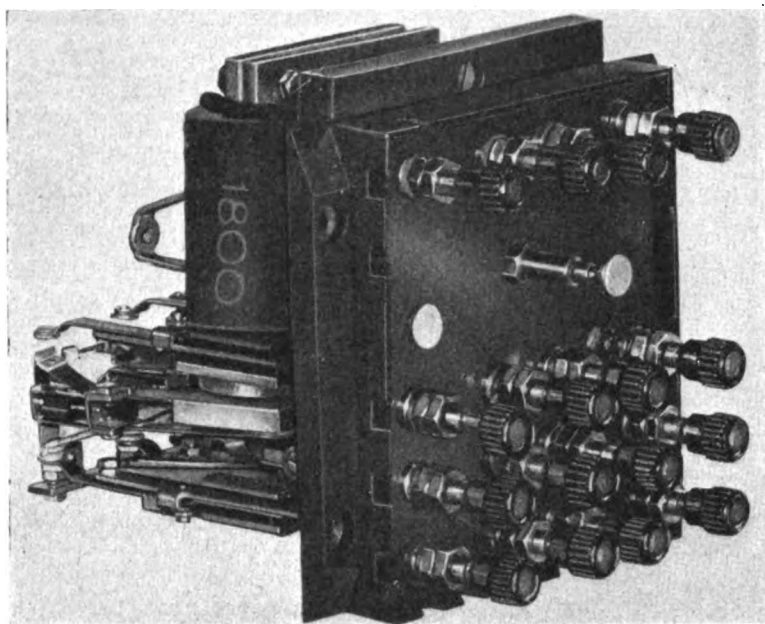



FIG. 4. — Contropiastra con relé neutro

c) Distanza fra i contatti mobili ed i rispettivi contatti fissi nelle due posizioni estreme di diseccitazione e di compressione mm. 3 circa.

d) Distanza fra i contatti mobili ed i rispettivi contatti quando l'altra fila di contatti mobili tocca appena i contatti fissi corrispondenti mm. 1,5;

e) Avvolgimento costituito da due bobine della resistenza di 1800 Ohm (con la tolleranza del 4 % in più o in meno);

f) Rapporto di diseccitazione individuale 0,65;

g) Momento di richiamo al diseccitato gr. cm. 1200.

La fotografia di fig. 4 mostra una contropiastra con le sue 16 spine, mentre la fig. 5 mostra un relé elementare. Da questa figura si scorge che le connessioni dei

due capi di ciascuna bobina, e quelle che fanno capo ai quattro contatti fissi alti, ai quattro contatti fissi bassi, ed ai perni dei deviatori (contatti mobili) sono riportate ad una piastra *priva di morsetti*, che fa parte del relé unitario e che è munita soltanto di blocchetti filettati internamente sui quali si impegna la spina, anche essa filettata, che produce la connessione individuale fra ciascun blocchetto ed il corrispondente morsetto sulla contropiastra. Tre appositi risalti 1, 2 e 3 servono a fissare in un primo tempo il relé alla rispettiva contropiastra, ed a rendere quindi più agevole l'avvitamento delle spine nei fori filettati.

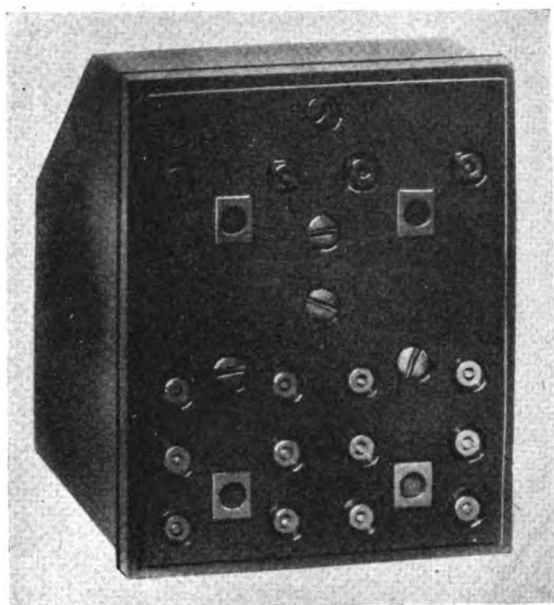



Fig. 5. — Il relé elementare F. S. (vista posteriore)

Per la costruzione di questo relé venne impiegata una qualità di ferro antimagnetico delle migliori caratteristiche oggi offerte dall'industria metallurgica del ramo.

La forza coercitiva rilevata in cicli di magnetizzazione a partire da un valore di B = 10.000 Gauss è stata solo di 0,5 Oersted; mentre la permeabilità per bassi valori della forza magnetizzante ha raggiunto le 5500 linee.

6. — Caratteristiche dei relé neutri a 12 V. e 48 V.

Il relé neutro a 12 V., si ottiene, come si è detto, connettendo un relé unitario ad una contropiastra come fig. 2, con le barrette *a* e *b* che connettono gli avvolgimenti delle bobine in parallelo.

In tali condizioni risulta:

Resistenza del relé a 20° C. salvo le tolleranze accennate al paragrafo precedente; 900 Ohm;

Tensione di compressione dei contatti: non superiore a 9,5 V.;

Tensione max di diseccitazione non inferiore a 5,7 V.

Il relé neutro a 48 V. si ottiene connettendo un relé unitario ad una contropiastra come fig. 3, che è identica a quella di fig. 2, salvo che in luogo delle barrette di connessione *a* e *b* fra 01 - 04 e 03 - 02, è inserita una resistenza di 3900 Ohm (± 2 %) fra 04 e 03. In tal modo detta resistenza trovasi connessa in serie con gli avvolgimenti di 1800 Ohm ciascuno a loro volta in serie, dando così luogo in definitiva ad una resistenza di 3600 + 3900 = 7500 Ohm circa a 20° (effettivamente variabile fra 7300 e 7800 Ohm).

La tensione di compressione risulta così non superiore a 40 V. e la tensione di diseccitazione non inferiore ai 23 V.

Si deduce che il rapporto di diseccitazione minimo del relé di condizione di 12 V. è 0,6 e che quello del relé a 48 V. è di 0,575.

Si fanno qui seguire alcuni dati relativi ai tempi di eccitazione, diseccitazione e di commutazione del relé neutro c.c. a 12 e 48 V. quando si parte da una tensione di compressione alquanto superiore a quella normale che chiameremo C.

I. — Relé a 12 V.

1°) Partendo da una tensione di 1.19 C:

a) e da relé diseccitato, i contatti bassi si interrompono dopo 0″,49 dall'invio della corrente e si stabiliscono quelli alti dopo 0″,54 da tale istante: in complesso il periodo di commutazione è di 0″,05;

b) Partendo invece da relé eccitato, si interrompono i contatti alti 0″,014 dall'istante in cui s'interrompe la corrente e si stabiliscono quelli bassi dopo 0″,028 dall'istante stesso: l'intervallo di commutazione è quindi di 0″,014.

2°) Aumentando la tensione ai valori 1,42 C e 1,63 C rispettivamente si ha:

a) *partendo da relé diseccitato* che l'interruzione dei contatti bassi si ottiene dopo 0″,31 e 0″,24 dall'istante dell'immissione di corrente e che si stabiliscono i contatti alti dopo 0″,35 e 0″,28, con un intervallo di commutazione di 4 centesimi di secondo in entrambi i casi;

b) *partendo da relé eccitato*, i contatti alti si distaccano rispettivamente dopo 0″,015 e 0″,022 e si stabiliscono quelli bassi dopo 0″,035 e 0″,043; per modo che gl'intervalli di commutazione diventano di 0″,020 in entrambi i casi.

II. — Relé a 48 V.

1°) Partendo dalla tensione di 1,08 C. della tensione di compressione:

a) e da *relé diseccitato*:

i contatti bassi si interrompono dopo . .	0″,39
quelli alti si stabiliscono dopo . . .	0″,45
e l'intervallo di commutazione è di . .	0″,06

b) Partendo invece da *relé eccitato*:

i contatti alti si interrompono dopo . .	0″,013
e quelli bassi si stabiliscono dopo . .	0″,026
l'intervallo di commutazione è quindi di .	0″,013.

2°) *Aumentando la tensione di compressione ad* 1,16 *C.*:

a) e *partendo da relé diseccitato*:

i contatti bassi si distaccano dopo . .	0″,30
e quelli alti si stabiliscono dopo . . .	0″,35
si ha pertanto un intervallo di dissecitazione di	0″,05

b) *Partendo da relé eccitato*:

i contatti alti si interrompono dopo . .	0″,017
e quelli bassi si stabiliscono dopo . .	0″,030
Intervallo di commutazione	0″,013.

3°) *Aumentando ancora la tensione di compressione a* 1,21 *C.*:

a) *e partendo da relé diseccitato*:

i contatti bassi si interrompono dopo . .	0″,27
quelli alti si stabiliscono dopo . . .	0″,31
Intervallo di diseccitazione	0″,04

b) *Partendo da relé eccitato*:

i contatti alti si staccano dopo . . .	0″,19
quelli bassi si interrompono dopo . .	0″,035
Intervallo di commutazione	0″,16

4°) *Aumentando infine la tensione di compressione a* 1,31 *C.*:

a) *Partendo da relé diseccitato*:

i contatti bassi si interrompono dopo . .	0″23
quelli alti si stabiliscono dopo . . .	0″26
Intervallo di commutazione	0″03

b) *Partendo da relé eccitato*:

i contatti alti si interrompono dopo . .	0″,020
quelli bassi si stabiliscono dopo . . .	0″,037
Intervallo di commutazione	0″,017.

Si verifica quindi che col crescere della tensione applicata, diminuiscono i tempi di eccitazione e crescono quelli di diseccitazione. Gli intervalli di commutazione diminuiscono quando si parte da relé diseccitato e crescono quando si parte da relé eccitato.

7. — Come si è otteuuto il relé polarizzato.

Si trattava ora di utilizzare lo stesso relé unitario con le caratteristiche riportate a paragr. 5(per realizzare un relé polarizzato. Si pensò allora all'accoppiamento di due relé neutri a mezzo di raddrizzatori metallici il cui uso è andato, in questi ultimi tempi, sempre più estendendosi in moltissimi rami della tecnica. Si pensò cioè di impiegare lo schema di fig. 6 (Vedi Tav. VIII). Come è facile esaminare i due relé elementari R_1 ed R_2 connessi con i raddrizzatori r_1 r_2 r_3 r_4 e con i due di numero r_5 r_6 costituiscono nel loro complesso un relé polarizzato a corrente continua.

Infatti, se il polo positivo è connesso al conduttore 01 ed il negativo al conduttore 02, il relé che si eccita è quello R_1 essendo la corrente istradata da 01 al raddrizzatore r_1 indi nell'avvolgimento del relé R_1 poi per 3 e 4 al raddrizzatore r_3 ed al polo negativo 02; se invece il polo positivo è connesso a 02 ed il negativo al conduttore 01 il relé che si eccita è quello R_2 essendo, in questo caso, la corrente istradata da 2 al raddrizzatore r_4 indi all'avvolgimento del relé R_2, poi per 3 e 4 al raddrizzatore r_2 ed al conduttore 01.

Connettendo opportunamente i contatti sull'eccitato di R_1 con quelli sul diseccitato di R_2 e viceversa (fig. 7) si stabiliranno circuiti come:

$$a.\ 13\ 11.\ \text{di}\ R_1 \qquad 13\ .\ 15\ \text{di}\ R_2\ b,$$

quando attraverso il complesso di fig. 6 circola corrente in un determinato senso e si interromperanno questi e se ne stabiliranno altri come:

$$C.\ 14\ .\ 16 \text{ di } R_1 \qquad 14\ .\ 12 \text{ di } R_2$$

quando la corrente circola nel senso inverso. Nessun circuito resta invece stabilito quando i due relé dovessero assumere entrambi lo stesso stato di eccitato o diseccitato, avendosi nel primo caso il circuito $a\ b$ interrotto sul contatto 11 di R_2 e quello $c\ d$ interrotto sul contatto 12 di R_1 e nel secondo caso il circuito $a\ b$, interrotto sul contatto 11 di R_2 e quello c d interrotto sul contatto basso di 15 di R_1 e quello $c\ d$ interrotto sul contatto basso 16 di R_2.

8. — Analisi degli effetti prodotti dai guasti che si possono produrre al complesso di due relé neutri accoppiati con raddrizzatori secondo lo schema di figura 6.

Prima di decidere l'impiego del relé polarizzato costituito dal complesso di fig. 6 sono stati presi in esame gli effetti che possono essere prodotti alla regolarità ed alla sicurezza dell'esercizio per guasti ai raddrizzatori.

Innanzi tutto è da osservare che, effettivamente, per ottenere che la corrente circolante nel senso 01-r_1 (fig. 6) sia convogliata solo sull'avvolgimento dell'elemento R_2 del complesso, basterebbero i quattro raddrizzatori r_1, r_2, r_3, r_4.

Tuttavia, allo scopo di evitare alcuni guasti complessi e contemporanei, che potrebbero permettere il convogliamento della corrente positiva nel relé elementare R_2 e non in quello R_1 (come ad esempio la massa di r_2 ed r_4 e la contemporanea interruzione di r_1 ed r_3 e viceversa; massa di r_1 ed r_3 e contemporanea interruzione di r_2 ed r_4), si sono aggiunti i raddrizzatori di sicurezza r_5 ed r_6 che hanno l'ufficio di costituire una via di debole resistenza unidirezionale in parallelo al relé che verrebbe in detta emergenza indebitamente eccitato, per modo che la corrente di alimentazione attraversando la resistenza diretta del raddrizzatore che è molto minore di quella del relé, ne impedirebbe, in tal modo, l'intempestiva eccitazione.

Prima di inoltrarci nell'analisi dei guasti ai raddrizzatori si osserva che tali guasti sono di due tipi diversi: quelli che producono l'interruzione del passaggio della corrente nel senso diretto e nel senso inverso, e quelli che provocano l'annullamento della resistenza al passaggio della corrente in senso inverso, ossia che hanno per effetto di privare il raddrizzatore della sua proprietà di permettere il passaggio unidirezionale della corrente.

Chiameremo per brevità « interruzione » il primo genere di guasti, e « massa » il secondo.

Chiameremo, inoltre, senso di circolazione diretto o positivo quello della corrente che entrando pel morsetto 01 produca, di regola, l'eccitazione dell'elemento R_1 e senso di circolazione inverso o negativo quello della corrente che, circolando in senso inverso al precedente, produce di regola, l'eccitazione dell'elemento R_2.

Infine, una semplice osservazione ci permette di ridurre alla metà il numero dei casi da esaminare: i sei raddrizzatori che entrano nel complesso costituente il relé polarizzato r_1, r_2, r_3, r_4, r_5 ed r_6 sono a due a due simmetrici e cioè r_1 ad r_4, r_2 ad r_3

ed r_5 ad r_6 pertanto il guasto ad r_1, ed uno ad r_2 per esempio, quando circola corrente positiva, darà lo stesso effetto che gli stessi guasti ad r_4 ed r_3 rispettivamente quando circola corrente negativa.

8.1. — ESAME DEGLI EFFETTI PRODOTTI DA UN GUASTO AI RADDRIZZATORI.

8.1.1. — *L'Interruzione del raddrizzatore* r_1 (od r_4) non permette l'eccitazione di R_1 (R_2) per circolazione di senso positivo (negativo).

Il guasto non si avverte per circolazione negativa (positiva).

8.1.2. — *Così, l'interruzione del raddrizzatore* r_2 (*od* r_3) non si rivela per circolazione positiva (negativa), mentre si ha la mancata eccitazione di R_2 (R_1) per circolazione negativa (positiva).

8.1.3. — *La massa del raddrizzatore* r_1 (*od* r_4) non si avverte nè per circolazione positiva (negativa) nè per circolazione negativa (positiva).

8.1.4. — *La massa del raddrizzatore* r_2 (*od* r_3) non è pericolosa in quanto metterebbe in corto circuito la sorgente per circolazione positiva (negativa) diseccitando R_1 (R_2). Per circolazione negativa (positiva) il guasto non si rivela.

8.1.5. — *La massa di uno dei raddrizzatori di sicurezza* r_5 (*od* r_6) non è pericolosa, in quanto avrebbe per effetto di impedire l'eccitazione di R_1 (R_2) per una corrente diretta (inversa) e non sarebbe avvertita per una circolazione di senso inverso (diretto).

8.1.6. — *L'interruzione di un raddrizzatore di sicurezza* non si manifesta nè per circolazione diretta nè per circolazione in senso inverso.

8.2. — ESAME DEGLI EFFETTI PRODOTTI DA DUE GUASTI (INTERRUZIONI) CONTEMPORANEI AI RADDRIZZATORI DI UN RELÉ POLARIZZATO F.S.

8.2.1. — *Interruzioni di* r_1 *ed* r_2 (*od* r_3 *ed* r_4). — Non essendovi in questo caso nessuna comunicazione fra 01 e 02, i due poli della sorgente, i due relé R_1 ed R_2 si diseccitano contemporaneamente ed il guasto viene subito rivelato.

8.2.2. — *Interruzioni contemporanee di* r_1 *ed* r_3 (*od* r_2 *ed* r_4). — Anche in questo caso non essendovi nessuna comunicazione fra 01 e 02 i due relé R_1 ed R_2 si disecciteranno senza pericoli per l'esercizio: il guasto viene subito rivelato.

8.2.3. — *Interruzioni contemporanee di* r_1 *ed* r_4. — Si disecciterà immediatamente quello dei due relé elementari che all'atto della interruzione era eccitato, senza pregiudizio per la sicurezza: il guasto viene subito rivelato.

8.2.4. — *Interruzioni contemporanee di* r_1 *ed* r_5 (*od* r_4 *ed* r_6). — Nulla di anormale se circola corrente negativa (positiva). Ci si accorge del guasto diseccitandosi il relé R_1 (R_2) quando circola corrente positiva (negativa).

8.2.5. — *Interruzione contemporanea di* r_1 *ed* r_6 (*od* r_4 *ed* r_5). — Si diseccita R_1 (R_2) se circola corrente positiva (negativa) senza effetto pericoloso. Se circola corrente negativa (positiva) il guasto non si avverte.

8.2.6. — *Interruzione contemporanea di* r_2 *ed* r_3. — Si diseccita subito quello dei due relé elementari che all'atto del guasto era eccitato senza produrre quindi effetto pericoloso. Il guasto si rivela subito.

8.2.7. — *Interruzione contemporanea di* r_2 *ed* r_5 *(od* r_3 *ed* r_6*).* — Nel caso che circola corrente negativa (positiva) si diseccita R_2 (R_1) senza pregiudizio per la sicurezza. Se circola corrente positiva (negativa) il guasto non si avverte.

8.2.8. — *Interruzione contemporanea di* r_2 *ed* r_6 *(od* r_3 *ed* r_5*).* — Se circola corrente negativa (positiva) si diseccita R_2 (R_1) senza pregiudizio per la sicurezza. Se circola invece corrente positiva (negativa) il guasto non si avverte.

8.2.9. — *Interruzione contemporanea di* r_5 *ed* r_6*.* — È come se mancassero i raddrizzatori di sicurezza. Da soli i guasti non si rivelano senza produrre inconvenienti.

8.3. — Esame degli effetti prodotti dalle masse contemporanee di due raddrizzatori.

Esaminati gli effetti prodotti dalle doppie interruzioni, passiamo all'*esame degli effetti prodotti dalle masse contemporanee di due raddrizzatori.*

8.3.1. — *Massa di* r_1 *ed* r_2 *(od* r_3 *ed* r_4*).* — Per circolazione positiva (negativa), si mette in corto circuito la batteria senza altro pericolo per l'esercizio con diseccitazioni di R_1 (R_2). Per circolazione negativa (positiva) il guasto non si avverte.

8.3.2. — *Massa di* r_1 *ed* r_3 *(od* r_2 *ed* r_4*).* — Per circolazione positiva (negativa) non si avverte il guasto. Per circolazione negativa (positiva) si diseccita R_4 (R_1) e si mette in corto circuito la batteria.

8.3.3. — *Massa di* r_1 *ed* r_4*.* — Per il senso di circolazione diretta il guasto non si rivela. Per il senso di circolazione inversa nemmeno si rivela.

8.3.4. — *Massa di* r_1 *ed* r_5 *(od* r_4 *ed* r_6*).* — Per circolazione di corrente positiva (negativa) il relé R_1 resta shuntato dalla mancata resistenza di r_5 (r_6) e quindi non si eccita, o se è già eccitato si diseccita. Il guasto si denuncia con la circolazione della corrente in senso + (—). Non è pericoloso.

8.3.5. — *Massa di* r_1 *ed* r_6 *(od* r_4 *ed* r_5*).* — Per circolazione di corrente positiva (negativa) non si avverte il guasto. Per circolazione di corrente negativa (positiva) il relé R_2 (R_1) non resta eccitato. Non è quindi pericoloso.

8.3.6. — *Massa di* r_2 *ed* r_3*.* — La batteria resta in corto circuito. Nessun danno alla sicurezza. Il guasto si rivela subito.

8.3.7. — *Massa di* r_2 *ed* r_5 *(o fra* r_3 *ed* r_6*).* — La batteria resta in c.c. senza danno alla sicurezza. Il guasto si rivela subito.

8.3.8. — *Massa di* r_2 *ed* r_6 *(o fra* r_3 *ed* r_5*).* — La batteria resta in c.c. Nessun danno alla sicurezza. Il guasto si rivela subito.

8.3.9. — *Massa di* r_5 *ed* r_6*.* — I relé R_1 ed R_2 restano sempre diseccitati. Il guasto si rivela subito.

Si può quindi concludere che un guasto o due guasti della stessa natura ai raddrizzatori, di un relé polarizzato, non producono inconvenienti pericolosi nel funzionamento del relé stesso.

8.4. — Passiamo ora all'ESAME DEGLI EFFETTI PRODOTTI DA DUE GUASTI COMBINATI, E CIOÈ DALL'INTERRUZIONE DI UN RADDRIZZATORE E DALLA ANDATA A MASSA DELL'ALTRO.

8.4.01. — *Massa di* r_1 (r_4) *e interruzione di* r_2 (r_3). — Nulla di anormale nel senso di circolazione diretta (inversa); quando invece circola corrente in senso negativo (positiva) si diseccita il relé R_2 (R_1) senza pregiudizio alla sicurezza.

8.4.02. — *Massa di* r_2 (r_3) *ed interruzione di* r_1 (r_4). — Nel caso inverso al precedente per il senso di circolazione diretta (inversa) di corrente si avrà la batteria in c.c. ed i due relé diseccitati, pertanto nessun pregiudizio alla sicurezza; invece pel senso contrario di circolazione di corrente, il guasto non viene avvertito.

8.4.03. — *Massa di* r_1 (r_4) *ed interruzione di* r_3 (r_2). — Nessun inconveniente per circolazione di corrente positiva (negativa) R_1 *ed* R_2 saranno entrambi diseccitati, quindi il guasto si avverte subito ma non è pericoloso. Per corrente negativa (positiva) nulla di anormale.

8.4.04. — *Massa di* r_3 (r_2) *ed interruzione di* r_1 (r_4). — Per corrente circolante in senso positivo (negativo) i due relé elementari restano diseccitati. Per corrente negativa (positiva) la batteria resta in c.c. di relé si diseccitano. Il guasto si avverte in ogni caso, subito.

8.4.05. — *Massa di* r_1 (r_4) *e interruzione di* r_4 (r_1). — Il guasto non si avverte per circolazione positiva (negativa) di corrente; per circolazione di corrente negativa (positiva) invece si diseccitano contemporaneamente i due relé.

8.4.06. — *Massa di* r_1 (r_4) *ed interruzione di* r_5 (r_6). — Per circolazione di corrente in senso positivo (negativo) i guasti non vengono rivelati, così pure per circolazione in senso negativo (positivo) i guasti non vengono rivelati.

8.4.07. — *Interruzione di* r_1 (r_4) *e massa di* r_5 (r_6). — Per circolazione di corrente in senso positivo (negativo) il relé R_1 (R_2) resta diseccitato e la batteria in c.c. Il guasto, non pericoloso, viene avvertito. Per circolazione di corrente in senso negativo (positivo) il guasto non viene avvertito.

8.4.08. — *Massa di* r_1 (r_4) *ed interruzione di* r_6 (r_5). — Per circolazione in senso positivo (negativo) il guasto, non pericoloso, non viene avvertito; per circolazione in senso negativo (positivo) il relé R_2 (R_1) non si eccita ed il guasto, non pericoloso, viene avvertito.

8.4.09. — *Massa di* r_6 (r_5) *ed interruzione di* r_1 (r_4). — Per circolazione in senso positivo (negativo) il guasto non viene avvertito; ma viene subito messo in evidenza per circolazione di corrente in senso negativo (positivo) perchè il relé R_2 (R_1) non si eccita.

8.4.10. — *Massa di* r_2 (r_3) *ed interruzione di* r_3 (r_2). — Per circolazione in senso positivo (negativo) il relé R_1 (R_2) non si eccita, i guasti quindi vengono subito denunziati ma non sono pericolosi. Per circolazione in senso negativo (positivo) i guasti non vengono avvertiti.

8.4.11. — *Massa di* r_2 (r_3) *ed interruzione di* r_5 (r_6). — Per circolazione in senso positivo (negativo) il guasto viene subito avvertito perchè il relé R_1 (R_2) non si eccita, e la batteria viene messa in c.c.; invece per circolazione in senso negativo (positivo) il guasto non viene avvertito.

8.4.12. — *Interruzione di* r_2 (r_3) *e massa di* r_5 (r_6). — Per circolazione in senso positivo (negativo) il guasto, non pericoloso, consistente nella diseccitazione di R_1 (R_2) viene subito avvertito. Per circolazione in senso negativo (positivo) il guasto è ugualmente avvertito e non pericoloso perchè consiste nella mancata eccitazione o diseccitazione di R_2 (R_1).

8.4.13. — *Massa di* r_2 (r_3) *ed interruzione di* r_6 (r_5). — Per circolazione di corrente in senso positivo (negativo) il guasto viene subito denunciato, per la diseccitazione di R_1 (R_2); per circolazione di corrente in senso negativo (positivo) il guasto non si avverte.

8.4.14. — *Massa di* r_6 (r_5) *ed interruzione di* r_2 (r_3). — Per circolazione di corrente in senso positivo (negativo), il guasto non viene avvertito. Invece, per circolazione di corrente in senso negativo (positivo) il guasto è avvertito per mancanza di eccitazione di R_2 (R_1).

8.4.15. — *Massa di* r_5 (r_6) *e interruzione di* r_6 (r_5). — Per circolazione di corrente nel senso positivo (negativo) il guasto, non pericoloso, viene subito avvertito con la diseccitazione di R_1 (R_2); mentre con circolazione di corrente nel senso negativo (positivo) il guasto non viene avvertito.

8.5. — Risultato delle analisi precedenti per uno o due guasti contemporanei ai raddrizzatori ed alcune considerazioni.

Per comodità del lettore abbiamo raccolto i risultati di questa analisi in alcuni quadri: nel quadro N. 1 gli effetti prodotti da un guasto ai raddrizzatori di un relé

Quadro N. 1

Esame degli effetti prodotti da un guasto ai raddrizzatori dei relé polarizzati

Natura del guasto		Effetto prodotto per circolazione		Annotazioni
Massa	Interruzione	+	—	
—	r_1	↓ R_1	—	Il guasto si rivela con circolaz. di corrente +
—	r_4	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_2	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_3	R_1 ↓	—	» » » » +
r_1	—	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_4	—	—	—	» » »
r_2	—	↓ R_1	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_3	—	—	↓ R_2	» » » » —
r_5	—	↓ R_1	—	» » » » +
r_6	—	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_5	—	—	*Il guasto non si rivela*
—	r_6	—	—	» » »

polarizzato; in quello N. 2 e 3 gli effetti prodotti da due guasti contemporanei omonimi ed eteromini. In tali quadri, nella colonna annotazioni, si è indicato quando il guasto od i complessi dei guasti vengono rivelati. Dall'esame dei medesimi si scorge che in nessun caso uno o due guasti contemporanei ai raddrizzatori producono effetti pericolosi.

Vi sono però dei casi in cui i guasti non si rivelano: si potrebbe pensare allora che se a questi — non rivelati nè al loro apparire, nè ai successivi funzionamenti del relé — se ne aggiungessero altri, con l'andare del tempo si finirebbe per avere una combinazione di tre o più guasti che potrebbe divenire pericolosa.

A togliere questo dubbio è stata proseguita l'analisi che per brevità si omette nella sua parte dettagliata, rimandando senz'altro il lettore ai risultati raggruppati in altri quadri che qui si riportano.

Dal quadro N. 1 si scorge che non si rivela il guasto costituito dalla perdita del proprio potere raddrizzante dei raddrizzatori r_1 od r_4 quando essi avvengono isolatamente; il quadro N. 2 ci dice pure che anche se essi avvengono contemporaneamente, il loro doppio guasto non verrebbe menomamente rivelato; mentre lo stesso quadro e quello N. 3 ci dicono che se alla perdita di tale potere raddrizzante di uno dei due raddrizzatori r_1 od r_4, segue nel tempo la stessa perdita in uno qualunque degli altri raddrizzatori, o si interrompe la continuità di uno qualunque di questi altri — ad eccezione di r_5 per r_1 e di r_6 per r_2, — il doppio guasto viene subito avvertito.

8.6. — Esame degli effetti prodotti da tre guasti.

8.6.1. — Cominciamo dall'esame di *tre guasti ottenuti aggiungendo ai singoli non rivelati, una possibile coppia di due.*

Si può pensare che ai semplici guasti che non si rivelano o che si rivelano quando si aggiunge un nuovo guasto, possano non rivelarsi o riuscire pericolosi quando se ne aggiungano due contemporanei.

Per accertarsi di ciò è stata spinta l'analisi ai guasti multipli ottenuti combinando ai guasti semplici non rivelati, tutti i possibili doppi guasti che si possono ottenere coi rimanenti cinque raddrizzatori.

Il risultato dell'analisi di questo guasto è riportato nei quadri N. 8, 9, 10 ed 11 (Vedi Tav. VIII).

Esaminando queste tavole si scorge che nessuno di questi tripli guasti è pericoloso e che tutti si rivelano ad eccezione delle seguenti sei combinazioni:

Interruzioni di r_2	con	massa	di	r_1 r_4
Interruzioni di r_3	»	»	»	r_1 r_4
Interruzioni di r_5	»	»	»	r_1 r_4
Interruzioni di r_6	»	»	»	r_1 r_4
Interruzioni di r_5 r_6	»	»	»	r_4
Interruzioni di r_5 r_6	»	»	»	r_1

8.6.2. — *Tre guasti ottenuti aggiungendo alla coppia di due non rivelati, un qualunque altro guasto possibile.*

Quadro N. 2

Esame degli effetti prodotti da due guasti omonimi ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C.

NATURA DEL GUASTO		EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Massa	Interruzione	+	—	
—	r_1 r_2	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si avverte subito
—	r_3 r_4	↓ R_1	↓ R_2	» » »
—	r_1 r_3	↓ R_1	↓ R_2	» » »
—	r_2 r_4	↓ R_1	↓ R_2	» » »
—	r_1 r_4	↓ R_1	↓ R_2	» » »
—	r_1 r_6	↓ R_1	—	Il guasto si avverte quando circola corrente +
—	r_4 r_5	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_2 r_3	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si avverte subito
—	r_2 r_5	↓ R_1	—	Il guasto si avverte quando circola corrente +
—	r_3 r_6	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_2 r_6	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_3 r_5	↓ R_1	—	» » » » +
—	r_1 r_5	↓ R_1	—	» » » » +
—	r_4 r_6	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_5 r_6	—	—	*Non si avverte il guasto*
r_1 r_2	—	↓ R_1	—	Il guasto si avverte quando circola corrente +
r_3 r_4	—	—	↓ R_2	» » » » —
r_1 r_3	—	—	↓ R_2	» » » » —
r_2 r_4	—	↓ R_1	—	» » » » +
r_1 r_4	—	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_3 r_2	—	↓ R_1 c.c.	↓ R_2 c.c.	Il guasto si rivela subito
r_1 r_5	—	↓ R_1	—	Il guasto si avverte quando circola corrente +
r_4 r_6	—	—	↓ R_2	» » » » —
r_1 r_6	—	—	↓ R_2	» » » » —
r_4 r_5	—	↓ R_1	—	» » » » +
r_2 r_3	—	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si avverte subito
r_2 r_5	—	↓ R_1	↓ R_2	» » »
r_3 r_6	—	↓ R_1	↓ R_2	» » »
r_2 r_6	—	↓ R_1	↓ R_2	» » »
r_3 r_5	—	↓ R_1	↓ R_2	» » »
r_5 r_6	—	↓ R_1	↓ R_2	» » »

QUADRO N. 3

Esame degli effetti prodotti da due guasti *eteronimi ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C.*

NATURA DEL GUASTO		EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Massa	Interruzione	+	—	
r_1	r_2	—	$\downarrow R_2$	Il guasto si avverte per circolaz. di corrente —
r_4	r_3	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_2	r_1	batt. in c.c.	—	» » » » +
r_3	r_4	—	batt. in c.c.	» » » » —
r_1	r_3	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_4	r_2	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_3	r_1	$\downarrow R_1$	batt. in c.c.	Il guasto si avverte subito
r_2	r_4	batt. in c.c.	$\downarrow R_2$	» » »
r_1	r_4	—	$\downarrow R_2$	Il guasto si avverte per circolaz. di senso —
r_4	r_1	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_1	r_5	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_4	r_6	—	—	» » »
r_5	r_1	$\downarrow R_1$ batt. in c.c.	—	Il guasto si avverte per circolaz. di senso +
r_6	r_4	—	$\downarrow R_2$ batt. in c.c.	» » » » —
r_1	r_6	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_4	r_5	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_6	r_1	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_5	r_4	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_2	r_3	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_3	r_2	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_2	r_5	$\downarrow R_1$ batt. in c.c.	—	» » » » +
r_3	r_6	—	$\downarrow R_2$ batt. in c.c.	» » » » —
r_5	r_2	$\downarrow R_1$	$\downarrow R_2$	Il guasto si avverte subito
r_6	r_3	$\downarrow R_1$	$\downarrow R_2$	» » »
r_2	r_6	$\downarrow R_1$	—	Il guasto si avverte con circolaz. di senso +
r_3	r_5	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_6	r_2	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_5	r_3	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_5	r_6	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_6	r_5	—	$\downarrow R_2$	» » » » —

Resta poi anche da esaminare se accoppiando un altro guasto a quelli doppi non rivelabili trovati nei quadri N. 2 e N. 3, non se ne abbiano delle combinazioni pericolose.

a) tali doppi guasti sono: perdita contemporanea del potere raddrizzante di r_1 r_4;

b) interruzione contemporanea di r_5 r_6;

c) perdita del potere raddrizzante di r_1 (r_4) e contemporanea interruzione di r_5 (r_6).

L'esame degli effetti che si ottengono supponendo di aggiungere a questi doppi guasti un terzo guasto ad uno dei rimanenti raddrizzatori, è raccolto nei quadri N. 4 e N. 5 dai quali risulta che tutte le combinazioni di tre guasti dei quali due non rivelabili, si rivelano o subito od al primo funzionamento del relé senza produrre effetti pericolosi. Fanno eccezione soltanto i seguenti, i quali non si rivelano pur non producendo effetti pericolosi.

Quadro N. 4 e 5:

a) Massa di r_1 r_4 ed interruzione di r_2 o r_3 o r_5 o r_6;

b) Massa di r_4 od r_1 ed interruzione di r_5 r_6.

8.7. — Esame degli effetti prodotti da quattro guasti.

Nel quadro N. 5 si ripete il caso *a*) del quadro N. 4. Ad ogni modo questi triplici guasti non rivelabili sono compresi in quelli indicati al paragrafo 8.6.1.

Allo scopo di esaminare gli effetti che possono produrre triplici guasti non rivelabili indicati al paragrafo 8.6.1 quando a l essi se ne 'aggiunga un altro possibile qualunque, è stata eseguita la ricerca degli effetti di quattro guasti ai raddrizzatori dei relé polarizzati fra i quali tre non rivelabili.

Inoltre, quattro guasti si possono ottenere anche aggiungendone contemporaneamente due, alle coppie non rivelabili. È stata pertanto spinta l'analisi anche a questo modo di formazione di quattro guasti per accertarsi che anche a questo modo non si raggiungono effetti pericolosi.

Il risultato di tale esame è riportato nel quadro N. 6 per il primo e nei quadri N. 12 e 13 per i secondi tipi di quaterna di guasti.

Da detti quadri risulta che tutte le combinazioni di quattro di tali guasti si rivelano o subito od al primo funzionamento del relé, senza produrre effetti pericolosi.

Fanno soltanto eccezione alcune combinazioni che pur non producendo effetti pericolosi non si rivelano.

Tali combinazioni sono le seguenti:

a) perdita del potere raddrizzante di r_1 r_4 ed interruzione di r_5 r_6;
b) perdita del potere raddrizzante di r_1 r_4 ed interruzione di r_2 r_3;
c) perdita del potere raddrizzante di r_1 r_4 ed interruzione di r_2 r_6;
d) perdita del potere raddrizzante di r_1 r_4 ed interruzione di r_3 r_5.

Quest'ultimo è simmetrico di quello *c*).

QUADRO N. 4

Esame degli effetti prodotti da tre guasti *ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C. fra i quali* due *mai avvertiti*

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1 r_4	—	—	r_2	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	—	—	r_3	—	—	» » »
r_1 r_4	—	—	r_5	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	—	—	r_6	—	—	» » »
r_1 r_4	—	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	—	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
r_1 r_4	—	r_5	—	↓ R_1 c.c.	—	» » » » +
r_1 r_4	—	r_6	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
—	r_5 r_6	—	r_1	↓ R_1	—	» » » » +
—	r_5 r_6	—	r_2	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_5 r_6	—	r_3	↓ R_1	—	» » » » +
—	r_5 r_6	—	r_4	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_5 r_6	r_1	—	—	—	*Il guasto non si rivela*
—	r_5 r_6	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5 r_6	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
—	r_5 r_6	r_4	—	—	—	*Il guasto non si rivela*

QUADRO N. 5

Esame degli effetti prodotti da tre guasti *ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C. fra i quali* due *mai avvertiti*

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1	r_5	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_4	r_6	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
r_1	r_5	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
r_4	r_6	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	» » » » +
r_1	r_5	r_4	—	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_4	r_6	r_1	—	—	—	» » »
r_1	r_5	r_6	—	—	↓ R_2	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_4	r_6	r_5	—	↓ R_1	—	» » » » +
r_1	r_5	—	r_2	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si rivela subito
r_4	r_6	—	r_3	↓ R_2	↓ R_2	» » »
r_1	r_5	—	r_3	↓ R_1	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_4	r_6	—	r_2	—	↓ R_2	» » » » —
r_1	r_5	—	r_4	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si rivela subito
r_4	r_6	—	r_1	↓ R_2	↓ R_2	» » »
r_1	r_5	—	r_6	↓ R_1	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_4	r_6	—	r_5	—	↓ R_2	» » » » —

QUADRO N. 6

Esame degli effetti prodotti da quattro guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C. fra i quali tre mai avvertiti

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1 r_4	r_5	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_5	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
r_1 r_4	r_5	r_6	—	—	↓ R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_5	—	r_2	—	↑ R_1 ↑ R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_5	—	r_3	↑ R_1 R_2 ↑	—	» » » » +
r_1 r_4	*r_5*	—	*r_6*	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	r_6	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_6	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
r_1 r_4	r_6	r_5	—	↓ R_1 c.c.	↓ R_2 c.c.	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	*r_6*	—	*r_2*	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	r_6	—	r_3	↑ R_1 R_2 ↑	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1	r_5 r_6	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	» » » » +
r_1	r_5 r_6	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
r_1	r_5 r_6	—	r_2	—	↑ R_1 ↑ R_2	» » » » —
r_1	r_5 r_o	—	r_3	↓ R_1	—	» » » » +
r_1	r_5 r_6	—	r_4	—	↓ R_2	» » » » —
r_4	r_5 r_6	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	» » » » +
r_4	r_5 r_6	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
r_4	r_5 r_6	—	r_1	R_1 ↓	—	» » » » +
r_4	r_5 r_6	—	r_2	—	↓ R_2	» » » » —
r_4	r_5 r_6	—	r_3	↑ R_1 ↑ R_2	—	» » » » +
r_1 r_4	r_2	r_5	—	↓ R_1	—	» » » » +
r_1 r_4	r_2	r_6	—	—	↓ R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_3	r_2	—	↓ R_1	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_3	r_5	—	↓ R_1	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_3	r_6	—	—	↓ R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_3	—	r_5	↓ R_1	—	» » » » +
r_1 r_4	r_3	—	r_6	—	↓ R_2	» » » » —

QUADRO N. 7

Esame degli effetti prodotti da cinque guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C. fra i quali quattro *non rivelati*

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1 r_4	r_5 r_6	r_2	—	↓ R_1 c.c.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_5 r_6	r_3	—	—	↓ R_2 c.c.	» » » » —
r_1 r_4	r_5 r_6	—	r_2	—	↑ R_1 ↑ R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_5 r_6	—	r_3	↑ R_1 R_2 ↑	—	» » » » +
r_1 r_4	r_2 r_6	r_5	—	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	r_3 r_6	—	r_3	↓ R_1	↓ R_2	» » »
r_1 r_4	r_2 r_3	r_5	—	↓ R_1 ↓ R_2	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_2 r_3	r_6	—	—	↓ R_1 ↓ R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_2 r_3	—	r_5	—	↑ R_1 ↑ R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_2 r_3	—	r_6	↑ R_1 ↑ R_2	—	» » » » +
r_1 r_4	r_2 r_3	r_2	—	↓ R_1 R_2 ↓	—	» » » » +
—	—	r_6	—	↓ R_1 R_2 ↓	R_2 ↓	Il guasto si rivela subito
—	—	—	r_2	—	↓ R_1 R_2 ↓	Il guasto si rivela quando circola corrente —
—	—	—	r_6	↓ R_1 R_2 ↓	—	» » » » +

8.8. — ESAME DEGLI EFFETTI PRODOTTI DA CINQUE GUASTI OTTENUTI AGGIUNGENDONE UN QUINTO A QUATTRO NON RIVELABILI.

Anche giunti a questo punto si è voluto procedere ad una ulteriore analisi per esaminare gli effetti che possono produrre queste combinazioni di quattro guasti non rivelabili, quando ad essi se ne aggiunge un altro qualunque possibile fra i rimanenti raddrizzatori.

Il risultato di quest'ultima analisi è riportato al quadro N. 7 (Vedi Tav. VIII) dal quale risulta che tutte le combinazioni di cinque guasti ai raddrizzatori di un relé polarizzato c.c. dei quali quattro non rivelabili, si rivelano subito od al primo funzionamento del relé, senza produrre in alcun caso effetti pericolosi, e ciò senza eccezioni.

8.9. — Esame degli effetti prodotti da cinque guasti ottenuti aggiungendone due a tre non rivelabili.

Rimane infine un'ulteriore analisi da effettuare: quella di esaminare se aggiungendo alle terne di guasti non rivelabili tutte le coppie di guasti degli altri tre raddrizzatori si hanno cinquine di guasti pericolosi o non rivelabili.

Dalle precedenti analisi si è visto che le terne di guasti non rilevabili si possono ridurre alle seguenti, ove per brevità si è indicato con *M* e con *I*, seguiti da cifre, le masse o le interruzioni dei raddrizzatori indicati dalle cifre stesse:

M 14	*I* 5	*M* 5 . 6	*I* 1
M 14	*I* 6	*M* 5 . 6	*I* 4
M 14	*I* 2	*M* 4	*I* 5 . 6
M 14	*I* 3	*M* 1	*I* 5 . 6

che come si vede sono a due a due simmetrici. Pertanto i tipi di terne di guasti non rivelabili si possono ridurre a:

M 14	*I* . 5	*M* 5 . 6	*I* 1	[1]
M 14	1 . 2	*M* 1	*I* 5 . 6	

Pertanto le cinquine di guasti su cui deve effettuarsi l'analisi sono quelle che si ottengono accoppiando a ciascuna delle quattro [1] successivamente tutte le possibili coppie di guasti degli altri tre raddrizzatori.

Il risultato dell'analisi è raccolto nei quadri N. 14 e 15. Dall'esame di questi quadri si scorge che vi sono le seguenti combinazioni di cinque guasti che non si rivelano:

M 1 . 2 . 4	*I* 3 . 5	[2]
M 1 . 3 . 4	*I* 2 . 6	
M 1 . 4 . 5	*I* 2 . 6	
M 1 . 4 . 6	*I* 3 . 5	

che sono a due a due simmetriche. Pertanto i tipi di guasti quintupli che non si rive lano sono due dei tipi:

M 1 . 2 . 4	*I* 3 . 5
M 1 . 4 . 5	*I* 2 . 6

Si scorge poi ancora che vi sono i seguenti casi in cui si eccita solo il relé che dovrebbe rimanere diseccitato e non quello che dovrebbe esserlo.

Tali guasti sono:

a)	*M* 1 . 2 . 4	*I* 3 . 6
b)	*M* 1 . 5 . 4	*I* 3 . 6
c)	*M* 1 . 4 . 6	*I* 2 . 5
d)	*M* 2 . 4	*I* 3 . 5 . 6

fra i quali sono simmetrici *b*) e *c*).

QUADRO N. 8

Esame degli effetti prodotti da tre guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C. fra i quali uno *non avvertito*
e gli altri due contemporanei ed omonimi

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1	—	r_2 r_3	—	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	Il guasto si avverte subito
r_1	—	r_2 r_4	—	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	» » »
r_1	—	r_2 r_5	—	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » »
r_1	—	r_2 r_6	—	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » »
r_1	—	r_3 r_4	—	—	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	Il guasto si avverte quando circola corrente —
r_1	—	r_3 r_5	—	—	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	» » » » —
r_1	—	r_3 r_6	—	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_1	—	r_4 r_5	—	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_1	—	r_4 r_6	—	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_1	—	r_5 r_6	—	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_4	—	r_1 r_2	—	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	Il guasto si rivela subito
r_4	—	r_1 r_3	—	—	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_4	—	r_1 r_5	—	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_4	—	r_1 r_6	—	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_4	—	r_2 r_3	—	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	Il guasto si avverte subito
r_4	—	r_2 r_5	—	—	$\downarrow R_2$	Il guasto si avverte quando circola corrente —
r_4	—	r_2 r_6	—	$\downarrow R_1$ c.c.b.	—	» » » » +
r_4	—	r_3 r_5	—	$\downarrow R_1$ c.c.b.	$\downarrow R_2$ c.c.b.	Il guasto si avverte subito
r_4	—	r_3 r_6	—	$\downarrow R_1$ c.c.b.	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » »
r_4	—	r_5 r_6	—	$\downarrow R_1$ c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1	—	—	r_2 r_3	$\downarrow R_1$	$\downarrow R_2$	Il guasto si rivela subito
r_1	—	—	r_2 r_4	—	$\downarrow R_2$	Il guasto si rivela quando circola corr. —
r_1	—	—	r_2 r_5	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_1	—	—	r_2 r_6	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_1	—	—	r_3 r_4	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_1	—	—	r_3 r_5	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_1	—	—	r_3 r_6	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_1	—	—	r_4 r_5	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_1	—	—	r_4 r_6	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_1	—	—	r_5 r_6	—	$\downarrow R_2$	» » » » —

Vale anche per casi simmetrici

QUADRO N. 9

Esame degli effetti prodotti da tre guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C. fra i quali uno *non avvertito*
e gli altri due contemporanei ed omonimi

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interru-zioni	Massa	Interru-zioni	+	—	
—	r_5	r_1 r_2	—	R_1 ↓ c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5	r_1 r_3	—	—	R_2 ↓ c.c.b.	» » » » —
—	r_5	r_1 r_4	—	—	R_1 ↓	» » » » —
—	r_5	r_1 r_6	—	—	R_2 ↓	» » » » —
—	r_5	r_2 r_3	—	↓ R_1 c.c.b.	R_2 ↓ c.c.b.	Il guasto si rivela subito
—	r_5	r_2 r_4	—	↓ R_1 c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5	r_2 r_6	—	↓ R_1 c.c.b.	R_2 ↓ c.c.b.	Il guasto si rivela subito
—	r_5	r_3 r_4	—	—	R_2 ↓ c.c.b.	Il guasto si rivela quando circola corrente —
—	r_5	r_3 r_6	—	—	R_2 ↓ c.c.b.	» » » » —
—	r_5	r_4 r_6	—	—	R_2 ↓	» » » » —
—	r_5	—	r_1 r_2	R_1 ↓	R_2 ↓	Il guasto si rivela subito
—	r_5	—	r_1 r_3	R_1 ↓	R_2 ↓	» » »
—	r_5	—	r_1 r_4	R_1 ↓	R_2 ↓	» » »
—	r_5	—	r_1 r_6	R_1 ↓	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5	—	r_2 r_3	R_1 ↓	R_2 ↓	Il guasto si rivela subito
—	r_5	—	r_2 r_4	—	R_2 ↓	Il guasto si rivela quando circola corrente —
—	r_5	—	r_2 r_6	—	R_2 ↓	» » » » —
—	r_5	—	r_3 r_4	R_1 ↓	R_2 ↓	Il guasto si rivela subito
—	r_5	—	r_3 r_6	R_1 ↓	R_2 ↓	» » »
—	r_5	—	r_4 r_6	—	R_2 ↓	Il guasto si rivela quando circola corrente —

N.B. Le stesse annotazioni valgono per i casi simmetrici $r_1 = r_4$, $r_2 = r_3$, $r_5 = r_6$.

QUADRO N. 10

Esame degli effetti prodotti da tre guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C. fra i quali uno *non avvertito*
e due eteronimi

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1	—	r_2	r_3	$R_1 \downarrow$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1	—	r_2	r_4	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	$\downarrow R_2$	Il guasto si rivela subito
r_1	—	r_2	r_5	$\downarrow R_1$ c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1	—	r_2	r_6	$\downarrow R_1$ c.c.b.	$R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela subito
r_1	—	r_3	r_2	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_1	—	r_3	r_4	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_1	—	r_3	r_5	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_1	—	r_3	r_6	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_1	—	r_4	r_2	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1	—	r_4	r_3	—	—	» » »
r_1	—	r_4	r_5	—	—	» » »
r_1	—	r_4	r_6	—	—	» » »
r_1	—	r_5	r_2	$\downarrow R_1$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1	—	r_5	r_3	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_1	—	r_5	r_4	$\downarrow R_1$	$\downarrow R_2$	Il guasto si rivela subito
r_1	—	r_5	r_6	$\downarrow R_1$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1	—	r_6	r_2	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_1	—	r_6	r_3	$\downarrow R_1$	$R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela subito
r_1	—	r_6	r_4	—	$R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_1	—	r_6	r_5	—	$R_2 \downarrow$	» » » » —

N.B. Per la massa di r_4 gli effetti sono simmetrici alle combinazioni simmetriche.

QUADRO N. 11

Esame degli effetti prodotti da tre guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato C. C. fra i quali uno *mai avvertito*
e due eteronimi

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
—	r_5	r_1	r_2	—	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela subito
—	r_5	r_1	r_3	$R_1 \downarrow$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5	r_1	r_4	—	$R_2 \downarrow$	» » » » —
—	r_5	r_1	r_6	$R_1 \downarrow$	—	» » » » +
—	r_5	r_2	r_1	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	—	» » » » +
—	r_5	r_2	r_3	$R_1 \downarrow$	—	» » » » +
—	r_5	r_2	r_4	$R_1 \downarrow$ c.c.b.	$\downarrow R_2$	Il guasto si rivela subito
—	r_5	r_2	r_6	$\downarrow R_1$ c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5	r_3	r_1	$R_1 \downarrow$	$\downarrow R_2$ c.c.b.	Il guasto si rivela subito
—	r_5	r_3	r_2	—	$R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela quando circola corrente —
—	r_5	r_3	r_4	—	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	» » » » —
—	r_5	r_3	r_6	—	$R_2 \downarrow$ c.c.b.	» » » » —
—	r_5	r_4	r_1	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
—	r_5	r_4	r_2	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
—	r_5	r_4	r_3	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	—	» » » » +
—	r_5	r_4	r_6	—	—	*Il guasto non si avverte*
—	r_5	r_6	r_1	$\downarrow R_1$	$R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela subito
—	r_5	r_6	r_2	—	$R_3 \downarrow$	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5	r_6	r_3	$R_1 \downarrow$	$R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela subito
—	r_5	r_6	r_4	—	$R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela quando circola corrente —

N.B. Pei guasti simmetrici si hanno effetti simmetrici.

Quadro N. 12

Esame degli effetti prodotti da quattro guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato F. S. fra i quali due *mai avvertiti*

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
—	r_5 r_6	r_1 r_2	—	↓ R_1 c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5 r_6	r_1 r_3	—	—	↓ R_2 c.c.b.	» » » » —
—	r_5 r_6	r_1 r_4	—	—	—	*Il guasto non si avverte*
—	r_5 r_6	r_2 r_3	—	↓ R_1 c.c.b.	↓ R_2 c.c.b.	Il guasto si rivela subito
—	r_5 r_6	r_2 r_4	—	↓ R_1 c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5 r_6	r_3 r_4	—	—	↓ R_2 c.c.b.	» » » » —
—	r_5 r_6	—	r_1 r_2	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si rivela subito
—	r_5 r_6	—	r_1 r_3	↓ R_1	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
—	r_5 r_6	—	r_1 r_4	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si rivela subito
—	r_5 r_6	—	r_2 r_3	—	↓ R_2	Il guasto si rivela quando circola corrente —
—	r_5 r_6	—	r_2 r_4	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_5 r_6	—	r_3 r_4	↓ R_1	↓ R_2	Il guasto si rivela subito
—	r_5 r_6	r_1	r_2	—	↓ R_1 R_2	Il guasto si rivela quando circola corrente —
—	r_5 r_6	r_1	r_3	↓ R_1	—	» » » » +
—	r_5 r_6	r_1	r_4	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_5 r_6	r_2	r_1	↓ R_1 c.c.b.	—	» » » » +
—	r_5 r_6	r_2	r_3	↓ R_1	—	» » » » +
—	r_5 r_6	r_2	r_4	↓ R_1 c.c.b.	↓ R_2	Il guasto si rivela subito
—	r_5 r_6	r_3	r_1	—	↓ R_2 c.c.b.	Il guasto si rivela quando circola corrente —
—	r_5 r_6	r_3	r_2	—	↓ R_1 ↓ R_2	» » » » —
—	r_5 r_6	r_3	r_4	—	↓ R_1 ↓ R_2	» » » » —
—	r_5 r_6	r_4	r_1	R_1 ↓	—	» » » » +
—	r_5 r_6	r_4	r_2	—	↓ R_2	» » » » —
—	r_5 r_6	r_4	r_3	↕ R_1 R_2 ↕	—	» » » » +

QUADRO N. 13

Esame degli effetti prodotti da quattro guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato F. S. fra i quali due *mai avvertiti*

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1 r_4	—	r_2 r_3	—	$\downarrow R_1$ c.c.b.	$\downarrow R_2$ c.c.b.	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	—	r_2 r_5	—	$\downarrow R_1$ c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	—	r_2 r_6	—	$\downarrow R_1$ c.c.b.	—	» » » » +
r_1 r_4	—	r_3 r_5	—	$\downarrow R_1$	$\downarrow R_2$ c.c.b.	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	—	r_3 r_6	—	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_1 r_4	—	r_5 r_6	—	$\downarrow R_1$	$\downarrow R_2$	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	—	—	r_2 r_3	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	—	—	r_2 r_5	—	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_1 r_4	—	—	r_2 r_6	—	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	» » » » —
r_1 r_4	—	—	r_3 r_5	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	—	—	r_3 r_6	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	—	—	r_5 r_6	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	—	r_2	r_3	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	—	r_2	r_5	$\downarrow R_1$ c.c.b.	—	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	—	r_2	r_6	$\downarrow R_1$ c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	—	r_3	r_2	—	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	» » » » —
r_1 r_4	—	r_3	r_5	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_1 r_4	—	r_3	r_6	—	$\downarrow R_2$ c.c.b.	» » » » —
r_1 r_4	—	r_5	r_2	$R_1 \downarrow$	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	—	r_5	r_3	$R_1 \downarrow$ $R_2 \downarrow$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	—	r_5	r_6	$\downarrow R_1$	—	» » » » +
r_1 r_4	—	r_6	r_2	—	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	» » » » —
r_1 r_4	—	r_6	r_3	—	$\downarrow R_2$	» » » » —
r_1 r_4	—	r_6	r_5	—	$\downarrow R_2$	» » » » —

QUADRO N. 14

Esame degli effetti prodotti da cinque guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato F. S. dei quali tre *non avvertiti*

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1 r_4	r_2	r_3 r_5	—	—	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_1$	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_1 r_4	r_2	r_3 r_6	—	—	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	» » » » —
r_1 r_4	r_2	r_5 r_6	—	$\downarrow R_1$ c.c.b.	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	r_2	—	r_3 r_5	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	» » »
r_1 r_4	r_2	—	r_3 r_6	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_2	—	r_5 r_6	—	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	» » » » —
r_1 r_4	r_2	r_3	r_5	—	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	» » » » —
r_1 r_4	r_2	r_5	r_3	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	r_2	r_5	r_6	$\downarrow R_1$	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	» » »
r_1 r_4	r_2	r_6	r_3	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	» » »
r_1 r_4	r_2	r_6	r_5	—	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_1 r_4	r_3	r_2 r_5	—	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	—	» » » » +
r_1 r_4	r_3	r_2 r_6	—	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	$\downarrow R_2$	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	r_3	—	r_5 r_6	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_3	r_2	r_5	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	—	» » » » +
r_1 r_4	r_3	r_2	r_6	$\uparrow R_2$ $\downarrow R_1$	—	PERICOLOSO
r_1 r_4	r_3	r_5	r_6	$\uparrow R_2$ $\downarrow R_1$	—	PERICOLOSO
r_1 r_4	r_3	r_6	r_5	—	$R_2 \downarrow$	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_1 r_4	r_5	r_2 r_3	—	$R_1 \downarrow$ $R_2 \downarrow$ c.c.b.	$\downarrow R_1$ $R_2 \downarrow$ c.c.b.	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	r_5	r_2 r_6	—	$R_1 \downarrow$ $R_2 \downarrow$ c.c.b.	$\downarrow R_2$	» » »
r_1 r_4	r_5	r_3 r_6	—	—	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$ c.c.b.	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_1 r_4	r_5	—	r_2 r_6	—	$\downarrow R_1$ $\downarrow R_2$	» » » » —
r_1 r_4	r_5	—	r_3 r_6	$R_1 \downarrow$ $R_2 \downarrow$	—	» » » » +

Quadro N. 15

Esame degli effetti prodotti da cinque guasti
ai raddrizzatori di un relé polarizzato F. S. dei quali tre non avvertiti

NATURA DEI GUASTI				EFFETTO PRODOTTO PER CIRCOLAZIONE		ANNOTAZIONI
Mai avvertiti		Avvertiti				
Massa	Interruzioni	Massa	Interruzioni	+	—	
r_1 r_4	r_5	r_2	r_3	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	r_5	r_2	r_6	↓R_1 ↓R_2 c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_5	r_3	r_2	—	↓R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_5	r_3	r_6	—	↓R_1 ↓R_2 c.c.b.	» » » » —
r_1 r_4	r_5	r_6	r_3	—	↓R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_5	r_6	r_2	—	↑R_1 ↓R_2	PERICOLOSO
r_1 r_4	r_6	r_2 r_3	—	↓R_1 ↓R_2 c.c.b.	↓R_1 ↓R_2 c.c.b.	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	r_6	r_2 r_5	—	c.c.b	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_6	r_3 r_5	—	—	↓R_2 c.c.b.	» » » » —
r_1 r_4	r_6	—	r_2 r_3	↓R_1 ↓R_2	—	» » » » +
r_1 r_4	r_6	—	r_2 r_5	—	↓R_1 ↓R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_6	—	r_3 r_5	↓R_1 ↓R_2	—	» » » » +
r_4	r_5 r_6	r_1 r_2	—	↓R_1 R_2↓ c.c.b.	—	» » » » +
r_4	r_5 r_6	r_1 r_3	—	—	↓R_1 ↓R_2 c.c.b.	» » » » —
r_4	r_5 r_6	r_2 r_3	—	↓R_1 R_2↓ c.c.b.	↓R_1 ↓R_2 c.c.b.	Il guasto si rivela subito
r_4	r_5 r_6	—	r_1 r_2	↓R_1	↓R_2	» » »
r_4	r_5 r_6	—	r_1 r_3	↓R_1	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_4	r_5 r_6	—	r_2 r_3	↓R_1 ↓R_3	↓R_1 ↓R_2	Il guasto si rivela subito
r_4	r_5 r_6	r_1	r_2	—	↓R_1 ↓R_2	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_4	r_5 r_6	r_1	r_3	↓R_1 ↓R_2	—	» » » » +
r_4	r_5 r_6	r_2	r_1	↓R_1 ↓R_2 c.c.b.	—	» » » » +
r_4	r_5 r_6	r_2	r_3	↓R_1 ↑R_2	—	PERICOLOSO
r_4	r_5 r_6	r_3	r_1	—	↓R_1 ↓R_2 c.c.b.	Il guasto si rivela quando circola corrente —
r_4	r_5 r_6	r_3	r_2	—	↓R_2	» » » » —
r_1 r_4	r_3	r_5	r_2	↓R_1 ↓R_2	—	» » » » +
r_1 r_4	r_3	r_6	r_2	—	↓R_1 R_2↓	» » » » —
r_1 r_4	r_6	r_2	r_3	↓R_1 R_2↑	—	PERICOLOSO
r_1 r_4	r_6	r_2	r_5	↓R_1 R_2↓ c.c.b.	—	Il guasto si rivela quando circola corrente +
r_1 r_4	r_6	r_3	r_2	—	—	*Il guasto non si rivela*
r_1 r_4	r_6	r_3	r_5	↓R_1	c.c.b.	Il guasto si rivela subito
r_1 r_4	r_6	r_5	r_3	↓R_1 ↑R_2	—	PERICOLOSO
r_1 r_4	r_6	r_5	r_2	—	—	*Il guasto non si rivela*

Pertanto i tipi di combinazioni di cinque guasti pericolosi sono tre, e cioè:

$$\left.\begin{array}{ll} M\ 1.2.4 & I\ 3.6 \\ M\ 1.5.4 & I\ 3.6 \\ M\ 2.4 & I\ 3.5.6 \end{array}\right\} \qquad [3]$$

ed i guasti pericolosi sono sei; i tre suaccennati, ed i loro simmetrici.

8.10. — ALCUNE CONSIDERAZIONI SUI GUASTI QUINTUPLI CHE POTREBBERO ESSERE PERICOLOSI: LORO GENESI.

Mentre le due combinazioni [2] di cinque guasti non rivelabili sono rivelabili senz'altro quando ad essi si aggiunge un sesto guasto, senza essere pericolosi in quanto i due relé restano entrambi diseccitati, si vuole qui esaminare qual'è la possibilità che si verifichi uno dei casi [3] pericolosi.

A tal uopo raggruppiamo nel quadro qui appresso indicato, con la notazione ora impiegata, quali sono i guasti non rivelabili combinati ad 1 ad 1 a 2 a 2 ecc.

QUADRO N. 16

COMBINAZIONI	GUASTI AI RADDRIZZATORI DI UN RELÉ POLARIZZATO CHE NON SI RIVELANO			
1 guasto	(M 1) (I 5)			
	(M 4) (I 6)			(*)
2 guasti	(M 1 . 4)	(M 1 I 5)	(I 5 . 6)	
	—	(M 4 I 6)	—	(*)
3 guasti	(M 1 . 4 I 5),	(M 1 4 I 2)	(M 1 I 5 6)	
	(M 1 . 4 I 6),	(M 1 4 I 3)	(M 4 I 5 6)	(*)
4 guasti	(M 1 . 4) I 2 6),	(M 1 4 I 5 6)	(M 1 . 4 I 2 . 3)	
	(M 1 . 4) I 3 . 5)	—	—	(*)

(*) I guasti indicati nelle orizzontali contrassegnate con (*) sono simmetrici di quelli indicati nelle corrispondenti orizzontali superiori.

8.10.1. — Ciò posto vediamo in quanti modi è possibile giungere ad una delle combinazioni [3] di cinque guasti pericolosi per es. alla combinazione:

$$M\ 2.4 \qquad I\ 3.5.6$$

8.10.1.1. — Uno dei modi di formazione e che esso si formi successivamente e cioè che al guasto non rivelabile di un solo raddrizzatore, se ne aggiungano successivamente un secondo, un terzo, un quarto ed infine un quinto, passando quindi successivamente per combinazioni di due, di tre, di quattro guasti tutti non rivelabili.

8.10.1.2. — Un secondo modo di formazione è quello che ad un guasto o ad una coppia se ne aggiungano uno o due alla volta passando sempre per combinazioni non rivelabili.

Così, per esempio, volendo cercare i modi possibili di formazione per guasti unitari successivi si comincia a cercare nel quadro N. 16 quali dei guasti unitari che costituiscono il complesso dei cinque guasti pericolosi:

M 2 *M* 4 *I* 3 *I* 5 ed *I* 6

non si rivela da solo: si vede subito dal quadro N. 16 che essi sono:

M 4 *I* 5 ed I 6 [4]

Supponiamo quindi che in principio si formi *M* 4 e vediamo in quanti modi da tale guasto non rivelabile si può passare ad una delle combinazioni di due guasti. — pure non rivelabili — contenuto nella combinazione di cinque guasti in esame.

Tali combinazioni sono:

M 4 . 2 *M* 4 . 1 . 3 *M* 4 *I* 5 *M* 4 *I* 6

il quadro n. 16 ci dice che di queste quattro combinazioni non è rivelabile soltanto (*M* 4, *I* 6).

Vediamo ora in quanti modi è possibile accoppiando a questa combinazione di due guasti (*M* 4, *I* 6) un terzo guasto di quelli della combinazione di cinque in esame si riesce ad ottenere una terna di guasti non rivelabili.

Tali combinazioni sono:

(*M* 4 . 2 *I* . 6) (*M* 4 *I* 5 . 6) (*M* 4 *I* 3 . 6)

Il quadro n. 16 ci dice che di queste tre combinazioni di tre guasti non è rivelabile solo:

M 4 *I* 5 . 6 [5]

Vediamo ora se è possibile passare da questa ad una quaterna di quattro guasti non rivelabili accoppiandovi un quarto guasto della combinazione dei cinque in esame.

Le combinazioni di quattro guasti che così si ottengono sono le seguenti:

M 4 . 2 *I* 5 . 6 *M* 4 *I* 3 . 5 . 6

nessuna delle quali non è rivelabile.

Giunti quindi alla combinazione [5] non è possibile con un solo guasto ottenere la combinazione pericolosa: occorre ammettere che se ne formino due contemporaneamente e precisamente che alla combinazione di tre guasti:

M 4 , *I* 5 . 6

si aggiunga di colpo la combinazione dei due guasti:

M 2 , *I* 3

8.10.1.3. — Volendo indicare in modo sintetico la successione dei guasti necessari testè immaginata, per passare alla combinazione pericolosa si potrebbe scrivere:

$$(M\ 4) \longrightarrow (M\ 4,\ I\ 6) \longrightarrow (M\ 4,\ I\ 5\,6) \rightrightarrows (M\ 2.4,\ I\ 3.5\,6)$$

ove con una freccia si indica l'aggiunta di un guasto alla combinazione precedente e con due freccie l'aggiunta di due guasti.

Se invece di partire dal supporre che si formi, per primo il guasto (*M.* 4), fossimo partiti dal supporre che si fosse formato prima uno degli altri due guasti [4] si sarebbero ottenute — eseguendo una analoga analisi che per brevità si omette — le seguenti successioni di guasti:

$$(I\ 5) \rightarrow (I\ 5.6) \rightarrow (M\ 4 \quad I\ 5.6) \rightrightarrows (M\ 2.4 \quad I\ 3.5.6)$$

Partendo da (*I* 6):

$$(I\ 6) \rightarrow (I\ 5.6) \rightarrow (M\ 4 \quad I\ 5.6) \rightrightarrows (M\ 2.4 \quad I\ 3.5.6)$$

8.10.1.4. — Se poi si vuole ammettere che si abbia in principio subito dopo il primo, due guasti contemporanei, si possono avere le seguenti combinazioni:

a) partendo da (*M* 4):

$$(M\ 4) \rightrightarrows (M\ 4 \quad I\ 5.6) \rightrightarrows (M\ 2.4 \quad I\ 3.5.6)$$

b) partendo da (*I* 5):

$$(I\ 5) \rightrightarrows (M\ 4 \quad I\ 5.6) \rightrightarrows (M\ 2.4 \quad I\ 3.5.6)$$

c) partendo da (*I* 6):

$$(I\ 6) \rightrightarrows (M\ 4 \quad I\ 5.6) \rightrightarrows (M\ 2.4 \quad I\ 3.5.6)$$

8.10.1.5. — Infine si può ammettere che si parta da un doppio guasto al quale poi si aggiungono successivamente uno o due guasti.

I doppi guasti compresi nelle combinazioni dei cinque in esame sono:

$$\begin{array}{llll} (M\ 2.4), & (M\ 2 \quad I\ 3), & (M\ 4 \quad I\ 3), & (I\ 3.5) \\ & (M\ 2 \quad I\ 5), & (M\ 4 \quad I\ 5), & (I\ 3.6) \\ & (M\ 2 \quad I\ 6), & (M\ 4 \quad I\ 6), & (I\ 5.6) \end{array}$$

fra queste non si rivelano solo i seguenti:

$$(M\ 4 \quad I\ 6) \qquad (I\ 5.6)$$

8.10.1.6. — Partendo da (*M* 4, *I* 6) ed aggiungendo uno qualunque degli altri tre guasti:

$$(M\ 2) \qquad (I\ 3) \qquad (I\ 5) \qquad [6]$$

si ha una terna non rivelabile solo aggiungendo *I* 5 ed allora si ha la successione obbligata:

$$(M\ 4 \quad I\ 6) \rightarrow (M\ 4 \quad I\ 5.6) \rightrightarrows (M\ 2.4 \quad I\ 3.5.6)$$

8.10.1.7. — Partendo sempre da (*M* 4, *I* 6) ed aggiungendo una coppia dei [6] non si può ottenere alcuna quaterna di guasti non rivelabile.

Partendo invece da (*I* 5.6) ed aggiungendo uno qualunque degli altri tre guasti:

$$(M\ 2) \qquad (M\ 4) \qquad I\ 3) \qquad [7]$$

si ha solamente una terna di guasti non rivelabili:

$$(I\ 5\,.\,6) \longrightarrow (M\ 4 \quad I\ 5\,.\,6) \rightrightarrows (M\ 2\,.\,4 \quad I\ 3\,.\,5\,.\,6)\ .$$

ma non si giunge ad ottenere una quaterna di guasti non rivelabile.

8.10.1.8. — In conclusione si sono così esaurite tutte le vie per giungere gradatamente alla combinazione di cinque guasti pericolosi passando per addizioni di uno o due guasti contemporanei, a stadi intermedi di un maggior numero di guasti non rivelabili.

Le possibili genesi del guasto quintuplo:

$$(M\ 2\,.\,4 \quad I\ 3\,.\,5\,.\,6)$$

si può rappresentare con il seguente schema di figura *a*):

Possibili genesi del guasto quintuplo (*M* 2 4, *I* 3 5 6).

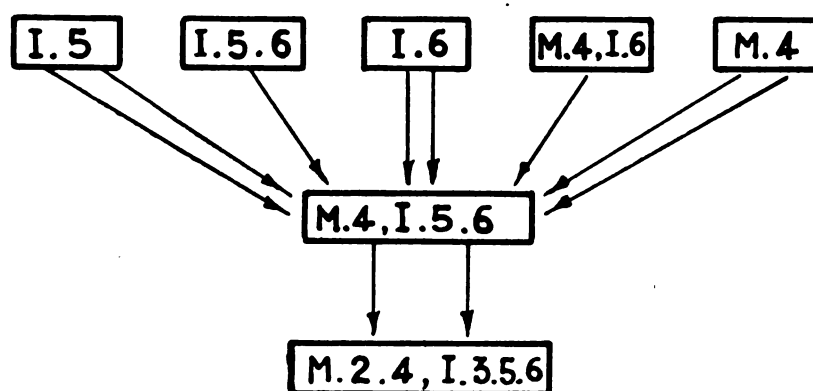



Fig. *a*.

8.10.2. — Eseguendo analoghe analisi si trovano i seguenti schemi che rappresentano le possibili genesi degli altri due tipi di guasti pericolosi costituiti da combinazioni di 5 guasti ottenuti successivamente a gruppi di uno o due contemporanei e formanti gruppo di due, tre o quattro:

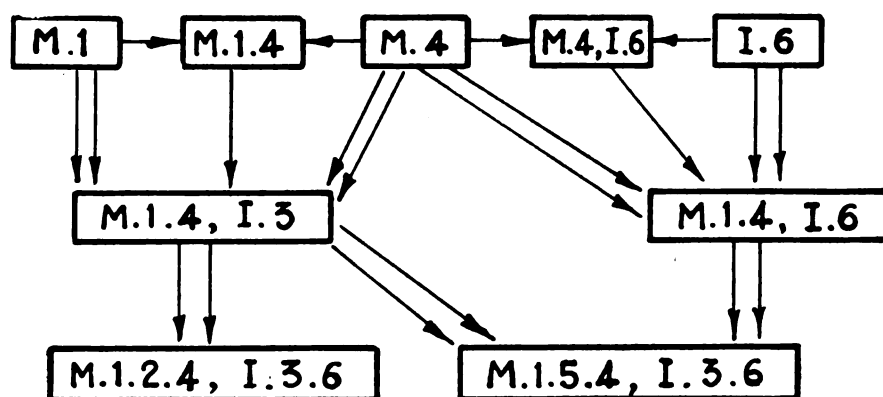



Fig. *b*.

Fig. *b*) Possibili genesi dei guasti pericolosi:

$$(M\ 1.2.4 \quad I\ 3.6)$$
$$(M\ 1.5.4 \quad I\ 3.6)$$

attraverso guasti non rivelati.

8.11. — Ordine di grandezza della probabilità che si verifichino i guasti pericolosi e modo per diminuire tale probabilità.

Chiamiamo p_m la probabilità che al passaggio di un impulso di circuito attraverso ad un raddrizzatore esso perda il suo potere raddrizzante e p_i quella che esso si interrompa.

Ciò posto la probabilità che seguendo la genesi in fig. *a*) si verifichi il guasto quintuplo pericoloso è per ogni strada possibile:

$$P_m^2 \qquad P_i^3$$

e poichè le strade possibili sono 8 sarà tale probabilità espressa da 8 $P_m^2\ P_i^3$.

Analogamente la possibilità che si manifesti il guasto simmetrico:

$$M\ 3.1 \quad , \quad I\ 1.5.6$$

è

$$8\ P_m^2 \qquad P_i^3$$

Allo stesso modo; le probabilità che si formino uno dei guasti di fig. *b*) è.

$$8\ P_m^3 \qquad P_i^2$$

ed altrettanto per ciascuno dei due simmetrici.

Pertanto in totale si avrà che la probabilità che si formi uno qualunque dei sei guasti quintupli pericolosi è:

$$2 \times 8\ P_m^2\ P_i^3 + 8 \times 4\ P_m^3\ P_i^2$$

cioè:

$$16 \times P_m^2\ P_i^3 + 32 \times P_m^3 \cdot P_i^2 \qquad [8]$$

Per poter avere almeno un'idea dell'ordine di grandezza di questo numero si nota che la probabilità che avvenga una interruzione ad un raddrizzatore è molto piccola, inquanto i collegamenti stessi sono fatti con piastrine la cui rottura è quasi impossibile. Ad evitare poi che i raddrizzatori perdano il loro potere raddrizzante, sono stati scelti i raddrizzatori con tempera in olio, e tali raddrizzatori sono dimensionati in modo che le intensità delle correnti dai quali debbono essere attraversati nel senso diretto, sono molto deboli e quindi assolutamente incapaci a produrre temperatura di valori pericolosi per i raddrizzatori stessi.

Ciò premesso il valore di P_m e di P_i sono certamente piccolissimi.

Ad ogni modo, non per farne base di un calcolo rigoroso, ma per stabilire un ordine di grandezza approssimato per eccesso, si osserva che di tali raddrizzatori ve ne sono in opera oltre 6000 da circa tre anni applicati a relé del tipo in esame, ognuno dei quali riceve giornalmente non meno di 100 impulsi di corrente: ciascuno di essi ha quindi ricevuto non meno di 10^{-5} impulsi (1000 giorni a 100 impulsi al giorno) e fino ad ora nessuno si è nè interrotto nè ha perduto il suo potere raddrizzante.

Come valore assolutamente inferiore al reale potrà quindi prendersi per P_m e per P_i quindi quello di 10^{-5}. Se pertanto nella [8] si pongono questi valori numerici si avrà un numero certamente maggiore di quello che deve esprimere la probabilità cercata. Tale valore è 48, 10^{-25} ossia maggiore di 10^{-23}. La probabilità è quindi tanto remota da permettere di impiegare il dispositivo con la maggiore tranquillità.

Ad ogni modo poichè nei sei guasti possibili:

(*M* 2 . 4 *I* 3 . 5 . 6) (*M* 1 . 3 *I* 2 . 5 . 6)
(*M* 1 . 2 . 4 *I* 3 . 6) (*M* 1 . 3 . 4 *I* 2 . 5)
(*M* 1 . 5 . 4 *I* 3 . 6) (*M* 1 . 6 . 4 *I* 2 . 5)

vi entrano:

(*M* 1) , (*M* 2) , (*M* 3) , (*M* 4) , (*M* 5) , (*M* 6)
(*I* 2) , (*I* 3) (*I* 5) , (*I* 6)

dei quali solo non si rivelano:

(*M* 1) , (*M* 4)

e

(*I* 5) , (*I* 6)

tanto se presi isolatamente quanto se presi a due a due in tutti i modi possibili, basterà nelle verifiche periodiche ai relé accertarsi della efficenza del potere raddrizzante di *M* 1 e di *M* 4 e della continuità delle connessioni di *I* 5 e *I* 6.

In tal modo saranno ancora ridotte le probabilità, già così esigue, sopra indicate.

9. — La contropiastra per relé polarizzato.

Stabilito lo schema di connessione di due relé unitari R_1 ed R_2 per ottenere gli effetti di un relé polarizzato (fig. 6) e dopo l'esame soddisfacente sugli effetti che possono produrre i guasti ai raddrizzatori, si trattava di studiare una matrice adatta ad accogliere i sei raddrizzatori r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6 e le varie connessioni sia fra i raddrizzatori (fig. 6) sia fra i capi degli avvolgimenti dei relé.

La fig. 8 rappresenta una piastra per relé polarizzato con la numerazione dei morsetti.

10. — Caratteristiche dei relé polarizzati a 12 e 48 V.

10.01. — *Nei relé polarizzati a* 12 *V.* gli avvolgimenti delle bobine di ciascun relé componente — che come si è detto è di 1800 ohm per bobina — sono tra loro connessi in parallelo. I loro capi sono connessi al solito modo (fig. 9) mediante spine filettate ai morsetti 03 - 05, 07 - 09, 00 - 08, 04 - 06 e fra i morsetti 03 - 07, 05 - 09, 00 - 06 e 08 - 04 vanno connesse quattro piastrine (fig. 9).

Le due sezioni di raddrizzatori corrispondenti ad r_1, r_2, r_5 ed r_4, r_3 ed r_6 della fig. 6 sono fissati fra *a, b* e *c* (fig. 12 (Vedi Tav. VIII) e constano ciascuno di 4 dischi i primi due, e di due dischi il terzo: in talicondizioni si hanno i seguenti valori:

a) *Per la compressione* — e per i due stati di eccitazione del relé — tensione non maggiore di 11 Volt.

b) *Per la diseccitazione*: tensione non inferiore a 6,6 Volt.

10.02. — *Per i relé polarizzati a 48 V.* gli avvolgimenti della bobina (sempre di 1800 Ohm ciascuna) sono fra loro connessi in serie (fig. 10) (Vedi Tav. VIII) a mezzo di piastrine predisposte nella contropiastra stessa e per l'aggiunta di una resistenza addizionale di 2500 ± 50 Ohm interposta in serie fra la linea ed uno dei raddrizzatori. Le piastrine sono connesse ai morsetti 07-05 e 06-08 (fig. 12) (Vedi Tav. VIII).

La resistenza è intercalata fra 02 e C in luogo di una delle due piastrine che collegano tali morsetti nella contropiastra per relé a 12 Volt.

I due relé neutri unitari componenti, vengono, anche in questa contropiastra, polarizzati per un senso o per l'altro della corrente, a mezzo di una coppia di raddrizzatori, ma questi, data la maggiore tensione di esercizio, sono composti ciascuno di

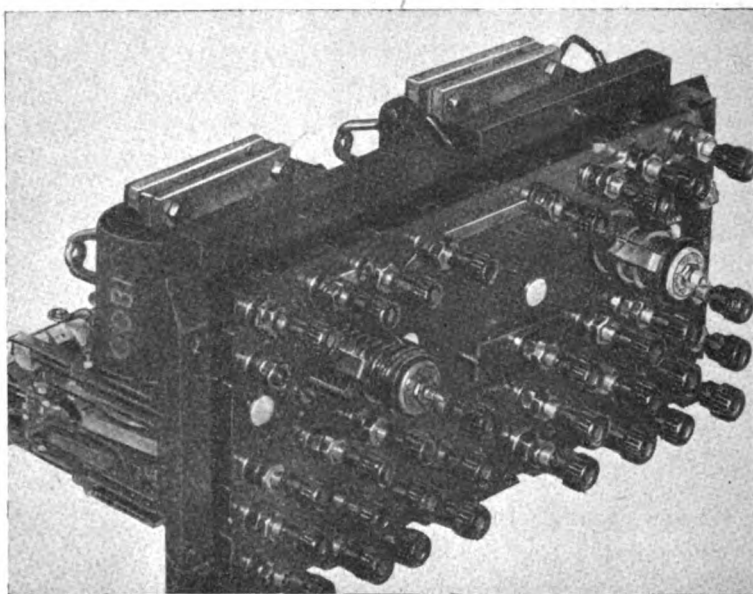



FIG 13. — Il relé polarizzato con la sua contropiastra.

tre sezioni delle quali, due — le estreme — constano di sette dischi del diametro di mm. 20 del tipo D, con tempera in olio, mentre la sezione centrale consta solo di 4 di tali dischi in quanto possono essere assoggettati ad una tensione maggiore di quelli tipo B.

In tali condizioni si hanno i seguenti valori :

Tensione di compressione per i due stati di eccitazione del relé: non superiore a 40 V.

Tensione di diseccitazione: non inferiore a 24 V.

10.03. Le figure 11 e 12 (Vedi Tav. VIII) rappresentano due contropiastre da relé polarizzato F.S. a 12 ed a 48 V. con la numerazione usata per diversi morsetti e l'indicazione delle connessioni dei raddrizzatori.

La figura 13 rappresenta un relé polarizzato montato sulla propria contropiastra.

10.04. — Si riportano qui di seguito alcuni valori dei tempi impiegati dai relé polarizzati a stabilire i contatto di eccitato e di diseccitato quando viene alimentato con diversi valori della tensione di compressione (C).

1°) alla tensione 1,10 C:

a) partendo da relé diseccitato l'interruzione dei contatti bassi avviene dopo 0",3 dall'immissione della tensione.

Si stabiliscono i contatti alti dopo 0",41 dallo stesso istante.

Pertanto l'intervallo di tempo in cui non è stabilito nè il contatto alto nè quello basso, ossia l'intervallo di commutazione, è di 0",11.

b) Partendo invece da relé eccitato l'interruzione dei contatti alti avviene dopo 0",7 dalla messa sotto tensione.

Si stabiliscono i contatti bassi dopo 0",13 dallo stesso istante, pertanto l'intervallo di tempo in cui non è stabilito nessun contatto durante la diseccitazione ossia l'intervallo di commutazione è di 0",064.

2°) Alla tensione 1,28 C:

a) Partendo da relé diseccitato l'interruzione dei contatti bassi avviene dopo 0",23.

Si stabiliscono i contatti alti dopo 0",30.

Rimangono interrotti entrambi i contatti durante 0",07.

b) Partendo da relé eccitato l'interruzione dei contatti alti avviene dopo 0",09.

Si stabiliscono i contatti bassi dopo 0",15.

Rimangono interrotti entrambi i contatti durante 0",06.

3°) Alla tensione di 1,37 C.:

a) Partendo da relé diseccitato l'interruzione dei contatti bassi avviene dopo 0"20.

Si stabiliscono i contatti alti dopo 0",26.

Rimangono interrotti entrambi i contatti durante 0",06.

b) Partendo da relé eccitato l'interruzione dei contatti alti avviene dopo 0"10.

Si stabiliscono i contatti bassi dopo 0"16.

Rimangono interrotti entrambi i contatti durante 0",06.

Si ha quindi che aumentando la tensione diminuiscono i tempi di eccitazione, mentre crescono quelli di diseccitazione

L'intervallo di commutazione diminuisce per l'eccitazione e resta quasi costante per la diseccitazione.

11. — Il relé di binario.

Poichè il relé unitario, come si è detto, è stato ideato e costruito con modalità da relé da binario, restava senz'altro risolta la possibilità d'impiegare lo stesso relé elementare anche per tale funzione.

Ora è da tenere presente che il relé stesso è un relé c.c. ed è un relé ad alta resistenza. Esso pertanto non si presterebbe ad essere utilizzato come relé di binario, su linea elettrificata in c.c., qualora non fossero state prese opportune cautele che qui di seguito vengono esposte.

Si pensò anche qui, di ricorrere all'uso di raddrizzatori per poter utilizzare il relé in discorso, anche avendo circuiti di binario alimentato in corrente alternata, come è evidentemente necessario fare, quando si tratta di territorio elettrificato in corrente continua.

Lo schema di figura 14 (Vedi Tav. VIII) dimostra come sono state disposte le cose *A, B* è il tratto di binario limitato dai giunti isolanti, G_1, G_2, G_3 e G_4 che fa parte del circuito di binario. Tale tratto di binario isolato elettricamente è alimentato all'estremo *A* da energia in c.a. a basso voltaggio, 8-12 V., dal secondario del trasformatore di alimentazione *TA* e resistenza limitatrice R_1 *a*.

All'altro estremo B, l'energia in c.a. che vi giunge, viene elevata nel rapporto $\frac{1,5}{8}$ e condotta a mezzo di linea in cavo da 10/10, in cabina, ad un secondo trasformatore *T P*, detto trasformatore di protezione, per le ragioni che saranno dette in seguito. L'energia di tale trasformatore elevata al voltaggio di circa 16 volt, mediante il rapporto di trasformazione $\frac{8}{16}$ viene inviata ad un raddrizzatore come quello precedentemente descritto a quattro sezioni disposto a ponte di Graetz. La corrente così raddrizzata circola infine attraverso il relé di binario *R* che è, come si è detto, un relé unitario, c.c.

12. — La contropiastra del relé di binario.

Seguendo sempre lo stesso concetto è stata ideata un'apposita contropiastra delle dimensioni uguali a quelle per relé neutro, sulla quale è allogato il raddrizzatore *r* nonchè i vari morsetti a cui fanno capo tutti i conduttori sia di alimentazione del relé, sia quelli che fanno capo ai contatti del relé stesso, che ha sempre quattro deviatori per cui può stabilire quattro contatti alti e quattro contatti bassi.

Il raddrizzatore è costituito da 16 dischi da mm. 20, con tempera in olio. Ciascuna delle quattro sezioni del ponte costituente il raddrizzatore è costituito quindi da quattro di tali dischi. Come risulta dalla fig. 15 (Vedi Tav. VIII) che rappresenta la contropiastra per relé di binario, l'esistenza delle barrette *a* e *b*, indica che le due bobine del relé sono connesse in parallelo, pertanto la resistenza dell'avvolgimento è di 900 Ohm.

13. — Esame degli effetti prodotti dai guasti ai raddrizzatori per un relé di binario.

Prima però di prendere la decisione sulla opportunità di impiegare il relé con raddrizzatore come relé di binario, si sono esaminati gli effetti che i guasti ai raddrizzatori possono produrre, ed è facile vedere che qualunque guasto — come: perdita del potere raddrizzante; interruzione del raddrizzatore — non ha altro effetto che, o quello di interrompere l'alimentazione del circuito in c.c., o quello di non raddrizzare la corrente, od, infine, quello di mettere in corto circuito la sorgente di corrente alternata.

In ogni caso, dunque, i guasti ai raddrizzatori in un relé di binario con l'alimentazione indicata alla fig. 12, agiscono tutti nel senso della sicurezza.

Ciò posto passiamo a definire le caratteristiche del relé di binario.

14. — Caratteristiche del relé di binario.

Nelle condizioni indicate a paragrafo 11 e 12 risulta che la tensione di compressione non è superiore ai 9 V. L'intervallo di diseccitazione è di 0,70 circa, quindi molto intervallo conveniente.

Si riportano qui di seguito alcuni valori dei tempi impiegati dai relé di binario del tipo in esame a stabilire i contatti di eccitato e diseccitato quando viene alimentato con diversi valori della tensione di compressione C.

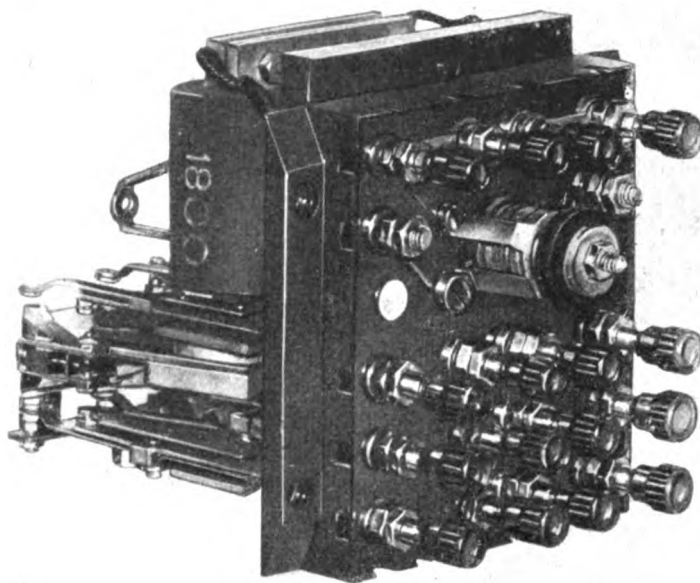



FIG. 17. — Il relé di binario con la sua controplastra

1°) Tensione 1.05 C.:

a) partendo da relé diseccitato: l'in.erruzione dei contatti bassi avviene dopo 0″,66 dall'interruzione dell'alimentazione, i contatti alti si stabiliscono dopo 0″,71 dallo stesso istante. Pertanto l'intervallo di commutazione è di 0″,05;

b) partendo da relé eccitato: l'interruzione dei contatti alti avviene dopo 0″,08; lo stabilimento dei contatti bassi avviene dopo 0″,13 e pertanto l'intervallo di commutazione è ancora 0″,05.

2°) Aumentando la tensione di compressione C e portandola a 1,17 C. si ottiene:

a) partendo da relé diseccitato l'interruzione dei contatti bassi avviene dopo 0″,46, lo stabilimento di quelli alti avviene dopo 0″,50, pertanto l'intervallo di commutazione diventa 0″,04;;

b) partendo invece da relé eccitato: l'interruzione dei contatti alti avviene dopo 0″,10, lo stabilimento di quelli bassi avviene dopo 0″,15 e l'intervallo di commutazione non varia rispetto alla tensione precedente, rimanendo 0″,05.

3°) Aumentando ancora la tensione di compressione fino a 1.41 C. si ottiene:

a) partendo da relé diseccitato l'interruzione dei contatti bassi avviene dopo 0″,29, lo stabilimento degli alti avviene dopo 0″,32 e l'intervallo di commutazione diviene di 0″,03;

b) partendo da relé eccitato: l'interruzione dei contatti alti avviene dopo 0'',12, lo stabilimento di quelli bassi avviene dopo 0'',17 e l'intervallo di commutazione rimane invariato rispetto alle precedenti tensioni sul valore di 0''05.

4°) Aumentando ancora la tensione di compressione fino a 1,56 C. si ha:

a) partendo da relé diseccitato: l'interruzione dei contatti bassi avviene dopo 0'',24, lo stabilimento degli alti avviene dopo 0'',27 e l'intervallo di commutazione non si riduce ancora e resta come per la tensione precedente a 0'',03;

b) partendo da relé eccitato: l'interruzione dei contatti alti avviene dopo 0'',13, lo stabilimento dei bassi avviene dopo 0'',18 e l'intervallo di commutazione non si altera, essendo sempre di 0'',05.

Si ha quindi che aumentando la tensione di alimentazione il tempo di eccitazione decresce, mentre il tempo di diseccitazione cresce. L'intervallo di commutazione decresce nella eccitazione e rimane pressochè costante nella diseccitazione.

15. — Le attrezzature del relé per circuiti di binario a trazione elettrica a c. c.

Per l'impiego di questo speciale relé di binario, su linee esercitate con trazione elettrica a corrente continua, era necessario, per premunirsi da inconvenienti, dimensionare convenientemente i diversi trasformatori che sono necessari, pertanto vennero studiate apposite attrezzature e precisamente:

1°) Un trasformatore di alimentazione con resistenza limitatrice (*T.A.* di fig. 14);

2°) Un trasformatore di ricezione con resistenza limitatrice (*T.R.* di fig. 14);

3°) Un trasformatore di protezione del relé di binario (*T.P.* di fig. 14).

I trasformatori di alimentazione e di ricezione con le relative resistenze limitatrici, sono sistemate in apposite cassette in ghisa, installate sui piazzali delle stazioni; invece i trasformatori di protezione sono montati su apposite piastre di dimensioni identiche a quelle del relé di binario, e vengono montati sulla stessa intelaiatura, al disopra del relé di binario che ad esso viene collegato.

Le caratteristiche di questi trasformatori sono le seguenti:

a) *Trasformatori di alimentazione o di binario*:

Potenza in servizio continuativo 50 VA.

Rapporto di trasformazione a pieno carico con cosfi = 0,8:

$$\frac{125 - 150}{8 - 12}$$

La resistenza limitatrice corrispondente è contenuta nell'incastellatura di base del trasformatore e può variarsi a mezzo di una piastrina di commutazione sull'esterno dell'incastellatura fra un massimo di 10 ohm. ed un minimo di 0,5 ohm.

b) *Trasformatore di ricezione o di relé*:

Potenza in servizio continuativo 4 VA.

Rapporto di trasformazione $\frac{1.5}{8}$

La resistenza limitatrice in serie col secondario è anche qui contenuta entro una incastellatura del trasformatore e può farsi variare a mezzo di una piastrina di commutazione sull'esterno della incastellatura, fra un massimo di 10 ohm ed un minimo di 0,5 ohm.

In serie col primario, ed internamente alla incastellatura vi è una valvola per intensità da 10 A. Tale valvola ha lo scopo di proteggere il trasformatore in caso di circolazione nelle rotaie di corrente di trazione molto intensa e del tutto eccezionale (corti circuiti, ecc.).

c) *Trasformatore di protezione.*

Potenza in servizio continuativo: 4 VA.

Rapporto di trasformazione $\frac{8}{16}$ (8 V. lato alimentazione; 16 Volt, lato relé).

16. — Garanzie offerte dal complesso delle attrezzature per relé di binario.

Il complesso risultante dai tre trasformatori *TA*, *TR*, *TP* e dal relé di binario, si presta ad essere impiegato su linee esercitate con trazione a corrente continua e su linee esercitate con trazione a vapore, qualora i circuiti di binario non abbiano lunghezze superiori ai 500-600 metri.

Tale complesso risponde, entro i limiti anziaccennati, alle seguenti condizioni di sicurezza contro i guasti.

16.1. — Due contatti ordinati e separati, fra i conduttori delle due linee che connettono i trasformatori di ricezione di due circuiti di binario ai rispettivi trasformatori di protezione dei relé da luogo, in ogni caso, — *e cioè anche se il doppio contatto ha luogo per polarità istantanee concordanti* — alla diseccitazione di ambedue i relé non appena uno dei due circuiti di binario venga occupato.

16.2. — Due contatti ordinati e separati fra la linea di alimentazione a 125 V. ed a frequenza industriale 42-50 Hz con la linea che collega il trasformatore di ricezione di uno dei circuiti di binario con il trasformatore di protezione del relativo relé, dà luogo ad una intensità sul circuito, cui proviene l'alimentazione anormale superiore ai 3 A.

Ciò, evidentemente, consente, — inserendo all'origine dell'alimentatore un interruttore a scatto ritardato da 3 A — di convogliare l'alimentatore, ove ciò risulta praticamente ed economicamente conveniente, nello stesso cavo che alimenta, partendo dai trasformatori di ricezione, i diversi relé di binario.

È ovvio che la convenienza o meno di tale convogliamento va esaminata volta per volta, in relazione al fatto che il numero massimo dei circuiti che possono essere alimentati è di 4, e ciò per evitare scatti intempestivi dell'interruttore, specie negli istanti

16.3. — Sulle linee elettrificate in corrente continua — anche in caso di forti circolazioni di corrente di trazione, ottenute con convertitori esafasi — è praticamente impossibile che le armoniche di cresta possano produrre, o comunque mantenere indebitamente, la eccitazione del relé di binario. Infatti, anche ammettendo che il valore

efficace di detta armonica di cresta conservi il suo valore teorico pari al 4 % del valore medio della tensione continua — prescindendo cioè, come è doveroso fare, in un'analisi di questo genere, dall'esistenza di filtri o da altri elementi che nella pratica contribuiscono a ridurla — la tensione che si dovrebbe ammettere nelle condizioni più sfavorevoli, tra le due fughe di rotaie perchè gli effetti possano cominciare a ritenersi pericolosi, è di 70 Volt. L'esistenza della valvola da 10 A. in serie col primario del trasformatore di ricezione elimina in modo completo tale possibilità, che di per sè sarebbe già da escludere per il valore assai elevato della tensione da raggiungere.

Ciò viene ottenuto mediante la saturazione che la componente continua della corrente di trazione produce nel circuito che, a tale scopo, è praticamente chiuso, cioè senza apprezzabili traferri.

Su linee elettrificate a corrente continua, si possono tollerare — agli effetti della regolarità di funzionamento, ed a circuito di binario libero — differenze di potenziale fino a 15 V. fra le due fughe di rotaie, senza cioè che si verifichino diseccitazioni intempestive del relé.

Ciò si ottiene riducendo il valore della corrente circolante nel trasformatore di ricezione per effetto della resistenza limitatrice in serie con i trasformatori di alimentazione e di ricezione.

Naturalmente, qualora si osservi che un circuito di binario è disturbato dalle correnti di trazione, che producono — per saturazione del ferro del trasformatore di ricezione — diseccitazioni intempestive, *occorre aumentare il valore delle resistenze limitatrici* R_1 *a* R_1 *r*, e non diminuirlo come potrebbe sembrare, a prima vista, opportuno.

Ciò si giustifica pienamente quando si pensi che se si diminuisce il valore della resistenza limitatrice si ottiene è vero, una maggiore tensione al relé quando non v'è disturbo d'intensa circolazione di corrente di trazione, e pur vero che, quando il disturbo appare si ha una maggiore intensità di corrente circolante nei trasformatori di ricezione e pertanto è più facile la saturazione del ferro dei medesimi.

Naturalmente l'impiego del relé anzidetto se è possibile sulle linee elettrificate a c.c. od esercitate a vapore, non è invece ammesso sulle linee elettrificate in corrente alternata sia a frequenza 16,7 Hz, sia a frequenza industriale 42-50 Hz, nè tampoco sulle stazioni a doppia alimentazione.

In questi casi è necessario l'uso del re'é a corrente alternata.

17. — **Alcuni dati e alcune cifre.**

Il relé unitario tipo F.S. viene oggi generalmente impiegato negli impianti di apparati centrali, di blocco semiautomatico e di segnalamento, nella sua triplice funzione di relé di condizione, di relé polarizzato e di relé di binario (nei limiti indicati precedentemente) ed anche come relé bilanciato per il controllo dell'illuminazione elettrica dei segnali semaforici.

Nel momento in cui scriviamo ve ne sono in esercizio circa 20.000, in corso di montaggio circa un eguale numero ed in costruzione per futuri lavori, circa 25.000.

La possibilità di fabbricare il relé in grandi serie ha permesso all'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato di raggiungere un soddisfacente risultato finanziario. Ogni

relé unitario viene oggi a costare circa lire 240-480, secondo che trattasi di relé neutro o polarizzato, contro a lire 500-1000 rispettivamente, che nei decorsi anni venivano acquistati i relé del genere. Si tratta quindi di aver realizzato con l'acquisto dei 65.000 relé, l'economia d'impianto di circa lire 17 milioni per questo solo capitolo, e di avere ottenuto nello stesso tempo, tutti gli altri grandi vantaggi derivanti dall'unitarietà stessa dell'apparecchio che permette di ridurre al minimo il capitale investito per la scorta di esercizio, e di rendere facile, agevole, sicuro e tranquillizzante sia per il personale esecutivo che per quello dirigente, il ricambio dei relé su impianti in esercizio. Permette, inoltre, con una scorta sufficiente e non molto grande, di provvedere alla revisione periodica da eseguirsi in appositi laboratori dell'Amministrazione, e con operai addestrati all'uopo, dei relé che hanno funzionato per un certo numero di anni in impianti in esercizio.

FIG 18. — Il relé elementare F. S. con custodia (vista anteriore)

Il relé unitario tipo F.S. a c.c. pesa complessivamente Kg. 2,651 mentre le diverse contropiastre pesano:

a) quelle per relé neutro 12 V. e 48 V. . . . . Kg. 0,618
b) quelle per relé di binario . . . . . . » 0,744
c) quelle per relé polarizzato . . . . . » 1,448.

E quindi i diversi complessi pesano, tenuto conto anche dei coperchi:

Kg. 3,353 il relé neutro;
Kg. 3,479 il relé di binario;
Kg. 6,918 il relé polarizzato.

Le quantità di materie prime impiegate, e quindi il relativo costo, è molto ridotto rispetto al costo dell'apparecchio nel quale pertanto vi è un'alta percentuale di mano d'opera di cui l'Italia è ricca.

Dal punto di vista autarchico il relé pertanto può considerarsi pienamente riuscito perchè permette, con circa quattro chilogrammi di materia prima, il cui costo si aggira circa sulle venti lire, un impiego di mano d'opera per un importo circa dieci volte maggiore.

18. — Conclusioni.

Con l'impiego del relé unitario si sono quindi raggiunti i seguenti scopi:

Ridurre al minimo il capitale impiegato per le scorte dei relé da segnalamento e permettere, con l'esistenza di questo minimo, di realizzare una regolare e periodica revisione di tal genere di impianti di sicurezza, dei quali, come si è visto, i relé sono parte importantissima.

Rendere più economici gl'impianti degli apparati centrali, di blocco e di segnalamento, ottenendone una più agevole e meno costosa manutenzione.

Richiedere l'impiego di molta mano l'opera nazionale — più sicura — con l'uso di piccola quantità, di esiguo valore, di materia prima.

* * *

Lo studio, gli sforzi, le esperienze ed il lavoro compiuto dai tecnici dell'Amministrazione FF. SS. — in collaborazione con la Ditta « SASIB » Scipione Innocenti di Bologna — per concretare questo relé unitario, sono stati eseguiti con entusiasmo e passione. Ciò ha apportato, negli ideatori e negli artefici, la gioia del dovere compiuto per aver realizzato — nel proprio campo di attività — quell'autarchia imposta dalla volontà di Colui che vede lontano e « tira diritto » per raggiungere la mèta della sempre maggiore grandezza della Patria.

La coordinazione fra strada e ferrovia in Francia.

La stampa quotidiana di Francia ha largamente illustrato la serie dei recenti decreti che fissano numerose ed importanti norme per la coordinazione della rotaia e della strada e rappresentano il frutto di un'intima collaborazione tra i ministri dei Lavori Pubblici e delle Finanze

Ecco come sono stati enunciati, in sede ufficiale, i criteri ispiratori delle nuove disposizioni:

— Salvare la rotaia malgrado le minaccie da parte dell'agile concorrenza degli esercenti dei servizi stradali.

— Riservare perciò alla rotaia una priorità nella clientela dello Stato perchè anche la ferrovia — contemporaneamente servizio pubblico ed impresa industriale — rappresenta interessi dello Stato.

— Assegnare quindi, per quanto è possibile in regime di libertà, alla strada il traffico a piccola distanza, ed alla rotaia quello a grande distanza.

— Restituire all'automobilismo merci rurale la sua indipendenza di movimento in una zona più ampia.

— Attenuare la tassazione dei piccoli trasporti per aumentare quella dei grandi trasporti.

— Semplificare le formalità di sorveglianza e di controllo.

— Ridurre al minimo l'intervento amministrativo, pretesto ad inevitabili contrasti, che irritano la fierezza provinciale.

— Mantenere alla costruzione automobilistica francese in volume eguale, se non maggiore, la domanda dei vettori stradali, garantita dalla parità tariffaria contro i pericoli della concorrenza al ribasso.

Nel campo del traffico viaggiatori, le tariffe dei servizi stradali devono essere almeno eguali alle tariffe ferroviarie; ma l'applicazione di questa clausola di parità è subordinata all'applicazione dei piani dei trasporti. Essendo ritardata l'entrata in vigore della coordinazione, si è riconosciuta l'urgenza di imporre dovunque questa parità tariffaria ai servizi su strada paralleli alla ferrovia.

Per i trasporti merci si fa una precisa distinzione fra grande e piccola distanza.

Nell'interno della zona a piccola distanza, i trasporti stradali sono liberi, con la riserva di non creare nuova concorrenza alla ferrovia; alcune disposizioni permettono di dare piena efficacia ad una tale norma; spetta però all'Amministrazione superiore, padrona dell'omologazione delle tariffe, di vegliare affinchè la ferrovia non faccia più concorrenza con riduzioni dei prezzi ai trasporti stradali regolarmente autorizzati nella zona a piccola distanza.

Alle grandi distanze la concorrenza potrà ancora esercitarsi tra ferrovia e strada, ma solo mediante la qualità del servizio. Le tariffe dei trasporti su strada dovranno essere almeno eguali a quelle ferroviarie.

LIBRI E RIVISTE

La sigla (B. S.) preposta ai riassunti contenuti in questa rubrica significa che i libri e le riviste, cui detti riassunti si riferiscono, fanno parte della Biblioteca del Collegio Nazionale degli Ingegneri ferroviari italiani, e come tali possono aversi in lettura, anche a domicilio, dai Soci del Collegio, facendone richiesta alla Segreteria.

(B. S.) Il coefficiente di attrito tra ceppi e cerchioni in funzione della velocità e della pressione (*Railway Age*, 6 agosto 1938).

L'istituto sperimentale d'ingegneria dell'università di Illinois ha organizzato una serie di prove intese a determinare la variazione del coefficiente di attrito ai ceppi dei freni e dello spazio di frenatura in funzione della velocità del treno e della pressione tra ceppo e cerchione.

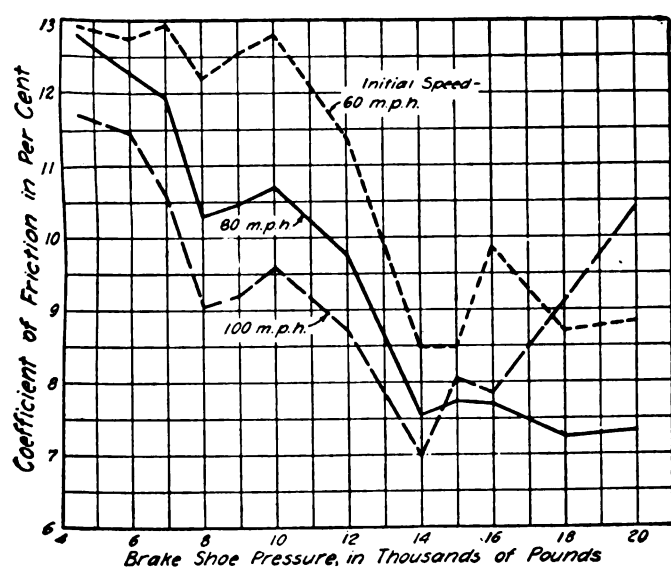
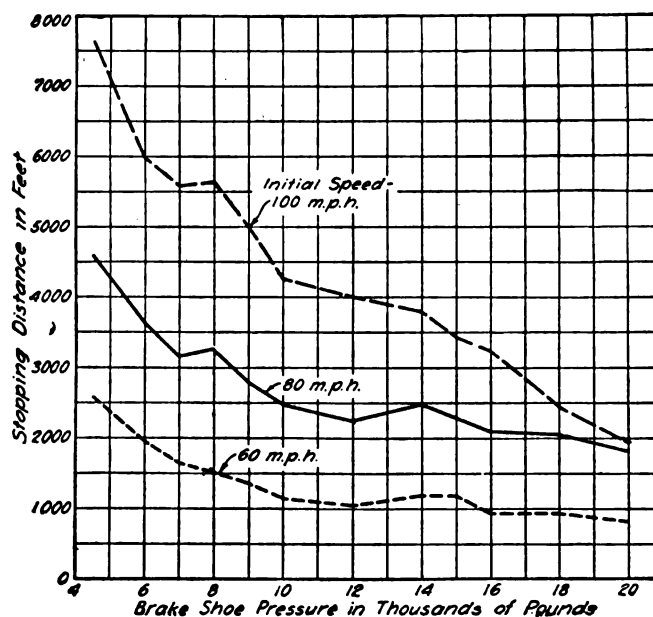



FIG. 1. FIG. 2.

La disposizione sperimentale consiste in una ruota con cerchione a doppio bordino, del diametro di m. 1.10 montata su un asse ed alla quale sono impressi moti di rotazione con velocità periferiche di 60-80-100 miglia all'ora. L'arresto della ruota è ottenuto mediante un freno a ceppi i quali possono stringersi con pressioni prestabilite e registrabili. Una coppia tremoelettrica misura la temperatura al cerchione e ai ceppi. Sono stati adottati tutti gli accorgimenti affinchè le condizioni dell'esperienza rispecchino il più fedelmente possibile quelle reali. Il calcolo del coefficiente di attrito è stato fatto tenendo conto della forza viva della ruota all'istante dell'applicazione dei freni. Riassumiamo brevemente i risultati ottenuti.

Coefficiente di attrito. — Nella fig. 1 è indicato l'andamento del coefficiente in funzione (60-80-100 miglia-ora) di di prova. In linea generale il coefficiente di attrito diminuisce coll'aumentare della velocità e della pressione. Per tutte le velocità si osserva un aumento del valore del coefficiente tra le pressioni 8000 e 10.000 libbre (3625 ÷ 4530 kg.) spiegabile col supporre

che a tali pressioni avvenga un più perfetto contatto tra la superficie del ceppo e quella del cerchione.

Si ha poi una rapida diminuzione di valore fino a 14.000 libbre (6350 Kg.) dopo di che, per le velocità di 60 e 80 miglia/ora si verifica un'ulteriore lenta diminuzione di valore, mentre per la velocità di 100 miglia all'ora (160 Km./ora) il coefficiente aumenta rapidamente diventando maggiore di quello corrispondente alle altre due velocità. La ragione di questa anomalia risiede probabilmente nel fatto che a tali combinazioni di elevate velocità e pressioni, lo sviluppo di calore è così forte da provocare un rammollimento della superficie del ceppo per cui il suo contatto col cerchione risulta più intimo. Quest'ipotesi è confortata dall'osservazione fatta di particelle di metallo del ceppo strappate dal cerchione.

Spazio di frenatura. — La sua variazione è rappresentata chiaramente sui diagrammi della fig. 2. Lo spazio di frenatura descresce con l'aumentare della pressione ai ceppi abbastanza regolarmente per tutte le velocità. Alle velocità di 60 e 80 miglia, la riduzione dello spazio di frenatura per pressioni oltre 12.000 libbre (5440 Kg.) è piccola tanto da non far ritenere conveniente il superare tale pressione; invece per la velocità di 100 miglia la riduzione dello spazio è importante fino alle 20.000 libbre (9050 Kg.).

Consumo dei ceppi. — Il consumo dei ceppi è espresso in perdita di peso per un lavoro di 100.000.000 di libbre-piedi (= 15.000 T.m.) eseguito dalla forza frenante applicata ai ceppi.

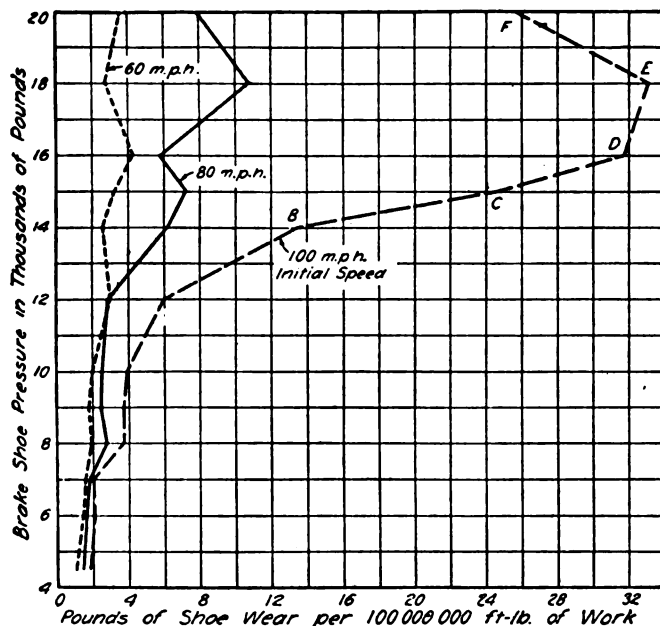



FIG. 3.

rispetto ad un punto della periferia del cerchione. Nella fig. 3 sono indicati i consumi in libre di peso dei ceppi per ognuna delle unità di lavoro sopra definite, in funzione della pressione e per ciascuna delle tre velocità sperimentali. L'esame della figura mostra che per la velocità di 80 miglia il consumo è piccolo per pressioni fino a 12.000 libbre per poi aumentare molto per pressioni maggiori, però rimanendo sempre entro limiti accettabili; che per la velocità di 100 miglia, il consumo aumenta enormemente quando la pressione supera le 12.000 libbre.

Bisogna pensare che a così alta velocità e pressione avviene un profondo cambiamento nel comportamento del materiale del ceppo, ipotesi confortata dalle osservazioni a cui si è già accennato.

Volendo evitare un eccessivo surriscaldamento dei ceppi e dei cerchioni, surriscaldamento che provoca anche la rottura dei cerchioni stessi occorre imporre un limite al lavoro eseguito nell'unità di tempo dalla forza frenante.

È stato trovato che se si vuole evitare un eccessivo logoramento e deterioramento dei ceppi, non si deve superare per la forza frenante un lavoro di 13.500 Kgm./sec. e che per evitare rotture bisogna rimanere, con detto lavoro, al di sotto di 18.500 Kgm./sec. — L. La Magna.

(B. S.) Le moderne tendenze nella costruzione delle macchine utensili (*L'Industria meccacica*, luglio 1938).

La tendenza moderna nella costruzione di macchine utensili è quella di aumentarne sempre più la potensialità, attraverso una diminuzione di fatica dell'operatore, attraverso il perfezionamento della regolazione delle velocità, attraverso l'eliminazione dei perditempo per montaggio

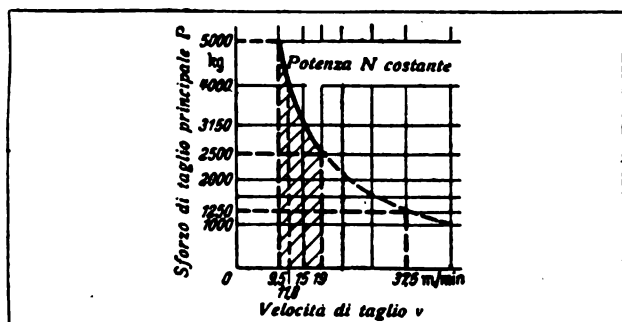



Fig. 1.

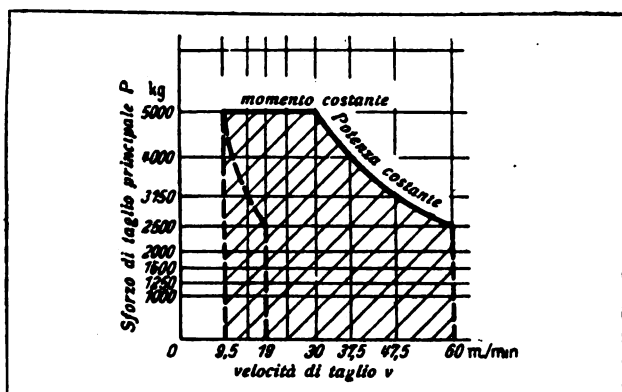



Fig. 2.

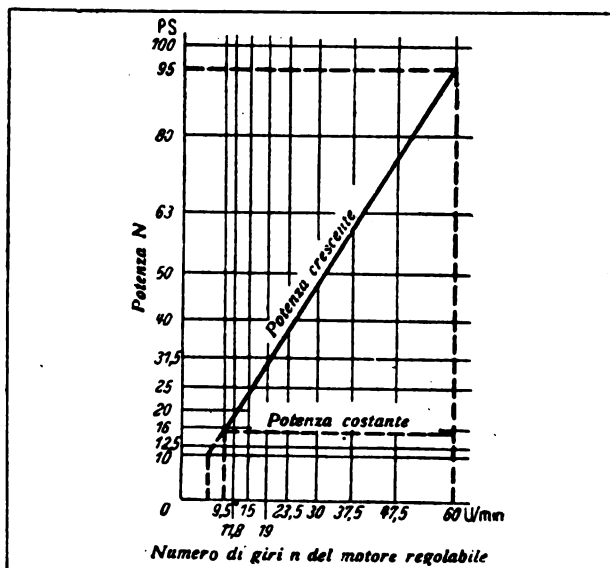



Fig. 2.

e rimontaggio dei pezzi e degli utensili, per corse a vuoto, per misurazioni e registrazioni ecc. L'A. cita una serie di tali perfezionamenti applicati in macchine recentissime; dispositivi di misura incorporati nella macchina per tutte le posizioni del pezzo e dell'utensile; arresti automatici; comandi a mezzo di pulsanti e di elettrocalamite; dispositivo per il calcolo immediato della velocità richiesta per ciascuno diametro del pezzo o a seconda della qualità del materiale da lavorare; dispositivi per combattere le vibrazioni; centralizzazione della lubrificazione. Particolarmente studiata è la questione della variazione continua, o almeno finemente suddivisa, del numero dei giri, anche durante il lavoro. Si citano i comandi Leonard idraulici e quelli Heynau ad anello d'acciaio e coni registrabili. Anche i motori elettrici di comando devono possedere velocità variabile con continuità in ambo i sensi con accelerazione e decelerazione molto dolce ed uniforme. Si applicano poi dispositivi di sicurezza per la protezione dei motori stessi dal sovra-

carico, con disinserzione e rinserzione automatiche, a seconda delle temperature assunte dagli avvolgimenti.

Uno speciale esame è fatto sui sistemi più moderni di comando delle piallatrici. Le innovazioni principali sono:

1) Il comando con cambio di ingranaggi ed innesto magnetico su motore elettrico invertibile. In tal modo la potenza risulta costante e lo sforzo di taglio (e quindi la sezione di truciolo) diminuisce in ragione inversa della velocità, con diagramma iperbolico (fig. 1).

2) Comando con motore a corrente continua invertibile, regolabile mediante l'indebolimento del campo. Anche in questo caso il diagramma è iperbolico. Si possono avere variazioni di numero di giri da 1 a 3,5.

3) Comando con motore a corrente continua invertibile con collegamento Leonard, regolabile nel campo di velocità da 1 a 10. Questo tipo di comando consente la regolazione a sforzo di taglio costante; il diagramma, sforzo di taglio-velocità è rettangolare (vedi figg. 2 e 3). Si ha inoltre il vantaggio che la sezione di truciolo può essere mantenuta costante alle diverse velocità, avendosi nel motore elettrico una coppia costante.

4) Comando idraulico, con gruppo motopompa e servomotore; esso presenta le stesse caratteristiche di esercizio del sistema precedente.

L'A. accenna infine alla necessità che nel progetto della macchina vengano curati al massimo i particolari costruttivi, dipendendo molte volte da essi il rendimento.

Un'altra esigenza di una buona macchina è la normalizzazione, all'estremo limite possibile, di tutte quelle dimensioni che possono unificarsi senza far perdere alla macchina le sue caratteristiche individuali. Infine particolare cura deve essere posta nella distribuzione e disposizione dei comandi, tenuto conto della posizione normale dell'operaio e dei suoi movimenti istintivi. — F. BAGNOLI.

(B. S.) Il problema dei giunti delle rotaie (*Railway Age*, 25 giugno 1938).

Il Comitato speciale per lo studio delle sollecitazioni nelle rotaie, in accordo con l'Associazione degli Ingegneri Civili degli S. U. d'America ha organizzato lo studio sistematico degli sforzi che si verificano nei giunti delle rotaie e del comportamento delle lunghe rotaie saldate. Lo studio ha carattere eminentemente sperimentale e dal complesso dei dati raccolti non è stato ancora possibile trarre conclusioni definitive. Il prof. A. N. Talbot dà una descrizione degli apparecchi e dei metodi usati in queste ricerche e cerca di dare qualche interpretazione dei fenomeni osservati.

Le corse di prova si sono svolte su linee di alcune Compagnie ferroviarie degli Stati dell'Est a velocità anche superiori ai 145 Km./ora usando un locomotore 2-3-2 con forte distanza tra gli assi motori (m. 3,40 —). Le registrazioni sono state fatte con apparecchi in gran parte montati in una cabina costruita in prossimità del binario di prova. Gli apparecchi impiegati sono: dinamometri magnetici per la misura degli sforzi, flessimetri ed estensimetri per la misura degli spostamenti reciproci delle diverse parti del giunto; un apparecchio a solenoide per la misura dell'affondamento del binario. Furono eseguite prove su diversi tipi di giunto caratterizzati da stecche di unione di forme, dimensioni e lunghezze differenti. In qualche caso si cercò anche di imitare le condizioni di logoramento e di bloccamento delle chiavarde interrando i giunti per un certo tempo. Ogni tipo di giunto, e in identiche condizioni, fu riprodotto in tre esemplari tutti soggetti alle prove in programma.

I flessimetri per la misura degli spostamenti reciproci tra le varie parti costituenti il giunto furono collocati in modo da poter eseguire rilievi in corrispondenza delle teste delle due rotaie sopra e sotto le stecche (interna ed esterna) e delle estremità delle stecche (fig. 1).

Si possono così misurare gli sforzi nelle stecche di unione e i movimenti verticali di quattro punti della stecca rispetto alle rotaie. Nella fig. 2 è rappresentato un gruppo di oscillogrammi ri-

levati al passaggio del locomotore di prova su un giunto alla velocità di 145 Km./ora. Gli oscillogrammi, cominciando dal primo in basso rappresentano: lo spostamento verticale tra la stecca esterna e la rotaia in corrispondenza dell'estremità posteriore della stessa (rispetto al moto del

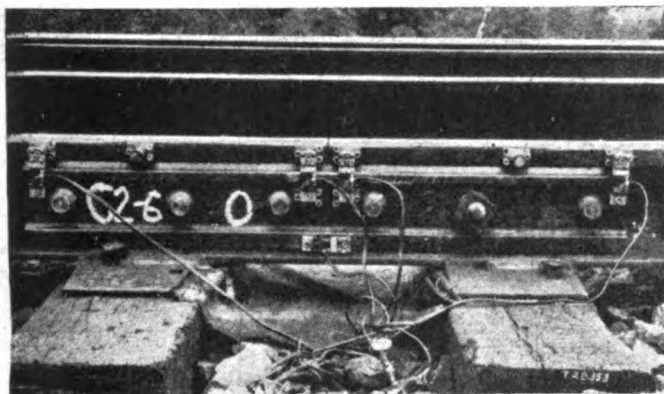



FIG. 1.

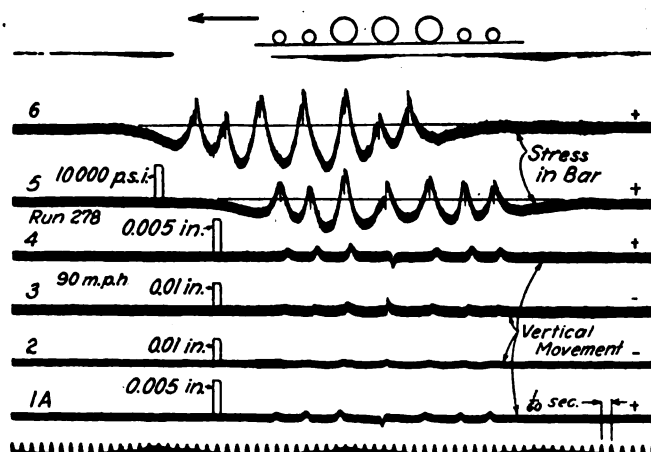



FIG. 2.

locomotore); quello tra il mezzo della stecca e l'estremità della rotaia abbandonata; quello tra il mezzo della stecca e l'estremità della rotaia abbordata; quello tra la stecca e la rotaia in corrispondenza dell'estremità anteriore della stessa; le sollecitazioni nelle stecche. Come si vede dalla

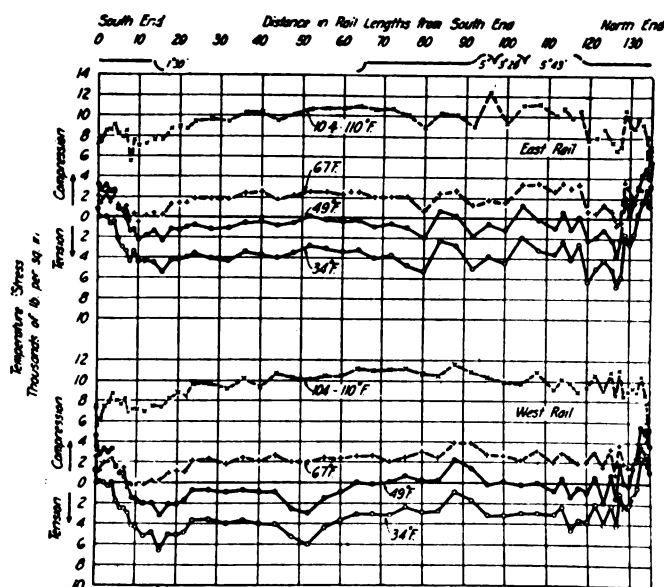



FIG. 3.

figura, gli sforzi massimi sono dell'ordine di 10.000 libbre per pollice quadrato (700 Kg./cmq.) e i massimi spostamenti di 0,006 pollici (0,15 mm.).

Sotto l'azione del locomotore di prova, alla velocità di 145 Km./ora, si sono registrate nelle rotaie sollecitazioni unitarie massime (in corrispondenza delle ruote motrici) di 1200 Kg./cmq. e depressioni massime del binario, in punti equidistanti dai giunti, di 6 mm.

Dal confronto dei diversi oscillogrammi registrati durante corse del locomotore a differenti velocità si è trovato: *a*) che la velocità non ha influenza apprezzabile sulle sollecitazioni nelle

rotaie; *b)* che la presenza di contrappesi alle ruote influisce notevolmente su dette sollecitazioni; *c)* che il legame tra la depressione del binario in un punto e la velocità del locomotore non è bene individuabile. Oltre queste prove di carattere, per così dire, generale, ne sono state eseguite altre supplementari per studiare l'influenza di condizioni eccezionali dell'armamento e del materiale come: rotaie logore; ruote montate eccentricamente; cerchioni appiattiti, ecc. Dal coordinamento dei dati ottenuti però non è ancora stato possibile trarre deduzioni importanti e di carattere generale.

Lo stesso comitato ha poi eseguito una serie di esperimenti sulle rotaie saldate, con lo scopo di studiare principalmente gli effetti delle variazioni di temperatura sulle rotaie e in via subordinata il comportamento delle trasverse, del ballast, ecc. La parte essenziale degli esperimenti è stata rivolta alla misurazione delle variazioni di lunghezza delle rotaie, in corrispondenza dell'asse neutro orizzontale e delle sollecitazioni interne accompagnate da contemporanei rilievi della temperatura. Nella fig. 3 si vedono alcuni dei diagrammi rilevati. I due gruppi, superiore e inferiore, si riferiscono alle due rotaie rispettivamente, i diagrammi segnati con linea intera sono relativi ai rilievi eseguiti in inverno, gli altri si riferiscono a quelli eseguiti in estate. Gli sforzi di tensione massimi sono dell'ordine di 350 Kg./cmq. e quelli di compressione di 770 Kg./cmq.

Sono stati poi fatti accurati rilievi delle condizioni del binario e si è constatato, in generale, che ai primi freddi dell'inverno si verificano degli assestamenti nei giunti che impedisfcono nel seguito più gravi inconvenienti. La rottura dei giunti saldati costituisce un fatto eccezionale. Si è inoltre accertata l'esistenza di un tratto intermedio del binario saldato, compreso tra due giunti non saldati, che praticamente non subisce dilatazioni perchè gli sforzi che in esso si generano sono equilibrati dalla resistenza d'attrito offerta dal ballast.

Il Comitato ha rivolto infine la sua attenzione ai giunti normali delle rotaie saldate osservando come i difetti nella troncatura delle teste delle rotaie possono dar luogo alla trasmissione eccentrica degli sforzi e quindi a sollecitazioni di pressoflessione che peggiorano notevolmente le condizioni statiche del binario oltre a produrre inflessioni laterali o in alto.

Le stecche di unione (questa osservazione non ha importanza solo nel caso delle lunghe rotaie saldate) non offrono un contatto continuo con le rotaie su tutta la superficie di steccatura, ma a causa di inevitabili imperfezioni di laminazione offrono un contatto che può anche ridursi a pochi punti. A questo riguardo sono stati eseguiti accurati rilievi del profilo longitudinale delle stecche stesse rilevando variazioni lineari massime di circa 2 mm. Un rilievo analogo è stato anche fatto per verificare le regolarità del profilo delle rotaie al piano di steccatura per un tratto in prossimità delle teste. Qui le variazioni si riducono a meno di 0,5 mm.

Come è stato annunciato in principio, da tutti i rilievi eseguiti dai tecnici del Comitato, non è ancora dato di trarre conclusioni definitive perchè i fenomeni studiati sono molteplici e complessi. Il relatore, prof. Talbot, nutre fiducia che, perfezionando il programma delle esperienze, si possa giungere a risultati importanti e di grande valore pratico.

Secondo noi, tutte le prove, molto sommariamente descritte, sono eseguite un po' disordinatamente, senza una preventiva analisi teorica che illumini lo sperimentatore sulla reciproca importanza dei fenomeni in gioco e che quindi lo metta in grado di rivolgere la sua attenzione da quel lato delle esperienze da cui può attendersi verosimilmente un migliore risultato che non da un altro. — L. LA MAGNA.

(B. S.) Costruzione e manutenzione del binario con mezzi meccanici negli Stati Uniti (*Glasers Annalen,* 15 luglio 1938).

L'elevatezza delle mercedi per la mano d'opera che si pagano negli Stati Uniti ha spinto a sostituire il più possibile il lavoro manuale con quello meccanico. A tale proposito è interessante sapere come si svolgono i lavori d'armamento presso alcune compagnie ferroviarie.

a) *Costruzione e rinnovamento del binario.* — Da due anni la Compagnia « Norfolk & Western » spinge l'uso dei mezzi meccanici fino ai limiti del possibile e sebbene non si abbiano ancora decisivi elementi di giudizio, sembra che i risultati siano buoni.

Tale compagnia dà più importanza alla bontà dell'esecuzione dei lavori che alla rapidità. Essa possiede una squadra di 145 uomini, provvista di mezzi meccanici, la quale per es. in 19 giorni e mezzo lavorando 10 ore al giorno, ha rinnovato 60 Km. di binario con 55 scambi. Tale squadra si sposta con la sua attrezzatura da un luogo ad un altro per eseguire i rinnovamenti, mentre i lavori normali di manutenzione vengono eseguiti dalle squadre locali.

Ecco come procedono i lavori di rinnovamnto eseguiti dalla squadra suddetta su binari messi temporaneamente fuori esercizio.

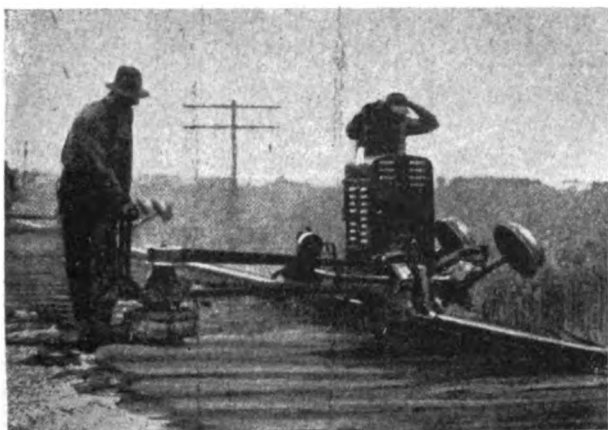



FIG. 1. — Lavorazione delle traverse

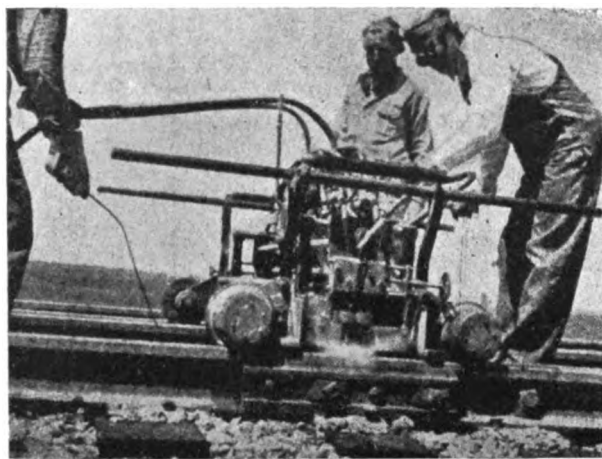



FIG. 2. — Indurimento delle estremità delle rotaie

Due uomini, ciascuno provvisto di una macchina con motore a benzina, svitano i dadi delle chiavarde. Tali macchine funzionano in modo che solo raramente è necessario ricorrere al cannello ossidrico per tagliare chiavarde che non si siano potute svitare.

Seguono tre gruppi di tre uomini muniti di macchine per estrarre gli arpioni. Essi sono accompagnati da due uomini che mediante un paletto a piede di porco estraggono gli arpioni ribelli.

Successivamente una gru montata su un carro solleva le vecchie rotaie e le deposita sulle banchine, mentre gli uomini allontanano le vecchie piastre, tappano i fori nelle traverse e conficcano molto in fondo gli arpioni rotti, in modo che non danneggino le macchine per la lavorazione delle traverse.

Seguono tre di queste macchine manovrate da 6 operai: la prima asporta solo il primo strato di legname nella sede delle nuove piastre; la seconda prosegue il lavoro e la terza lo finisce.

Gli uomini hanno il compito di togliere, quando occorre, le frese, portarle al carro per l'affilatura e poi rimontarle sulle macchine. Immediatamente dopo tre uomini spalmano la superficie lavorata con creosoto e 5 altri uomini vi depongono le nuove piastre. Quindi le nuove rotaie, alle quali ad una estremità sono già state applicate le ganasce, vengono sollevate dalla gru e deposte sulle piastre, mentre tre uomini badano che esse si dispongano bene. Seguono 8 uomini che mettono le rondelle e i dadi alle chiavarde e poi stringono i dadi stessi mediante tre macchine, due delle quali lavorano rapidamente e dànno la prima avvitatura, mentre la terza macchina lavora lentamente per eseguire lo stringimento a fondo dei dadi: essa è regolata in modo che la forza applicata cessi automaticamente quando le chiavarde risultano sollecitate da una tensione di 8170 Kg.

Nel frattempo tre uomini sistemano le piastre e quattro gruppi di tre uomini conficcano gli arpioni in corrispondenza della mezzeria e dei quarti della rotaia con lo scartamento esatto. Tutti gli altri arpioni vengono conficcati mediante martelli ad aria compressa fornita da un compressore trasportabile, capace di comprimere in un minuto 10 mc. d'aria a 70 atmosfere.

Finalmente vengono applicate le grappe antiscorrimento, e i collegamenti elettrici alle giunzioni. I fori occorrenti per quest'ultimi vengono eseguiti mediante trapani automatici.

Qualche tempo dopo l'ultimazione dei lavori di rinnovamento le estremità delle rotaie vengono molate per eliminare qualsiasi differenza di livello e le traverse vengono di nuovo rincalzate, sempre con mezzi meccanici.

Nello stesso giorno in cui le nuove rotaie vengono messe in opera i materiali di risulta vengono raccolti e caricati sui carri; a ciò serve una gru provvista di tenaglie per le rotaie, e due gru magnetiche per i materiali minuti.

Affinchè i lavori si svolgano senza intralci, come previsto, occorre che essi vengano accuratamente preparati e che tutti i materiali occorrenti vengano forniti tempestivamente e siano opportunamente distribuiti lungo il binario.

Gli operai alloggiano in uno speciale treno composto da 31 carri, ricoverato nella stazione più vicina e vengono portati sul posto mediante treni di servizio.

Col metodo sopra descritto si riesce a rinnovare in media ogni volta un tratto di binario lungo 1200-1600 m., ma si può raggiungere e superare anche i 3,2 Km. al giorno (10 ore), ed è notevole che i tratti appena rinnovati vengono subito percorsi dai treni senza rallentamento.

La Compagnia « Norfolk & Western », possiede una rete con 4450 Km. di linee e negli ultimi anni ha talmente migliorato i suoi impianti (fra l'altro è passata dalle rotaie pesanti 50 Kg./ml., che costituivano le rotaie normali nel 1911, a rotaie da 65,5 Kg./ml.) che dal 1923 al 1935 il numero delle giornate lavorative impiegate per la manutenzione si è ridotto a metà malgrado l'aumento del traffico.

Essa non sa ancora se i nuovi metodi meccanici introdotti su larga scala dal 1936 siano convenienti economicamente, ma li preferisce perchè se ne ottiene un buon lavoro.

Analogamente, se pure con qualche variante, si svolge il lavoro presso la Compagnia « Atchinson, Topeka Santa Fé ».

Questa Ferrovia esercita una rete di 15.250 Km. ed è fra le prime Compagnie Americane che si servirono di mezzi meccanici, non soltanto per i rinnovamenti ma anche per la manutenzione corrente. Desiderando che le traverse e le rotaie restino in opera il più a lungo possibile, essa cerca di ottenere un'ottima esecuzione di tutti i lavori d'armamento e, quanto all'impiego di mezzi meccanici, ritiene che essi debbano stare in tale rapporto con gli uomini che entrambi siano utilizzati il meglio possibile.

Nei lavori descritti le traverse rimangono sul posto e solo in un secondo tempo si provvede a ricambiare quelle danneggiate. Una scelta di 500 traverse da ricambiare su un Km. di binario è già abbondante. In un rinnovamento si è verificato che la maggior parte di dette traverse che dovevano essere sostituite era in opera dal 1910 ed era impregnata con creosoto e che al secondo posto erano le traverse impregnate con cloruro di Zn. negli anni 1921 e '22; ma si trovavano in opera ancor in buono stato traverse del 1907 impregnate con creosoto e talune perfino del 1901. Nessuna di quelle poste in opera dopo il 1922 era danneggiata.

La sistemazione dell'allineamento e del livello è curata da uno speciale gruppo di operai suddiviso in squadre di 50 uomini provviste di una binda e di una macchina rincalzatrice a 16 martelli.

Da qualche tempo la « Santa Fé » ha adottato l'indurimento delle estremità delle rotaie e preferisce praticarlo in opera perchè così è possibile eliminare prima, mediante molatura, ogni differenza di livello. L'indurimento viene eseguito per mezzo di una apparecchiatura scorrevole sul binario provvista di 6 cannelli ossiacetilenici per ciascun lato. In 18 secondi le estre-

mità delle rotaie vengono riscaldate a 850° e quindi vengono lasciate raffeddare senza temperarle.

b) *Manutenzione del binario.* — Non è molto tempo che le Ferrovie Americane hanno rinunziato all'opinione che la costruzione ferroviaria dovesse dare all'esercizio binari talmente robusti da ridurre al minimo la manutenzione. Quel punto di vista derivava dall'elevatezz delle mercedi della mano d'opera, ed aveva per effetto di anticipare i rinnovamenti. Alle Ferrovie che per prime riconobbero che tale concezione era erronea, appartiene la « Missouri Pacific » che esercita nell'Ovest una rete di 11.830 Km.

Nel 1925 essa cominciò ad applicare il ricarico delle estremità schiacciate delle rotaie mediante apporto di metallo per saldatura. In seguito essa ha sviluppato un metodo di manutenzione del binario il cui scopo è di dare al binario stesso, e specialmente alle rotaie, la massima durata.

Una delle prime misure adottate per il miglioramento dei binari fu l'applicazione delle grappe anti-scorrimento.

Siccome negli S. U. le rotaie sono percorse dai treni nei due sensi non soltanto nelle linee ad un binario ma anche in quelle a più binari, ogni rotaia richiede 4 grappe anti-scorrimento per ciascuno dei due sensi, e cioè 8 in tutto. Se però le ganasce non sono fissate alle traverse occorre aggiungere altre 4 grappe.

Perciò oggi la regola è di applicare 12 grappe. Dapprima si era restii ad applicare tali grappe, ma poi si è visto che il mantenimento delle esatte luci di dilatazione contribuisce alla buona conservazione delle giunzioni. Sebbene l'impiego delle grappe, contribuendo a conservare la giusta distribuzione delle luci, abbia fatto diminuire lo schiacciamento delle estremità delle rotaie, tuttavia non lo ha eliminato del tutto, e pertanto uno dei più importanti lavori di manutenzione è costituito dal ricarico mediante saldatura.

Perciò oggi la regola è di applicare 12 grappe, ma poi si è visto che il mantenimento delle esatte luci di dilatazione contribuisce alla buona conservazione delle giunzioni. Sebbene l'impiego delle grappe, contribuendo a conservare la giusta distribuzione delle luci, abbia fatto diminuire lo schiacciamento delle estremità delle rotaie, tuttavia non lo ha eliminato del tutto, e pertanto uno dei più importanti lavori di manutenzione è costituito dal ricarico mediante saldatura.

Dal 1926 tale metodo è adottato sistematicamente dalla « Missouri Pacific », e nel 1936 lo sviluppo del binario annualmente rigenerato ha raggiunto 1375 Km.

Altre misure adottate per la cura delle giunzioni sono la molatura dei piani di steccatura delle ganasce per eliminare ogni differenza di logorio, l'inserzione di spessori fra i piani di steccatura logorati e l'indurimento delle estremità delle rotaie mediante riscaldamento e tempera, eseguito sia sulla linea che in ferriera. D'altra parte dal 1937 le rotaie vengono fornite esclusivamente con le estremità già indurite.

Oltre a tali lavori che vengono ripetuti a lunghi intervalli ve ne sono altri che devono eseguirsi più frequentemente, e fra questi il ristringimento delle chiavarde, affinchè esse risultino sempre uniformemente sollecitate. Si adoperano all'uopo speciali macchine avvitatrici con disinserzione automatica quando si è raggiunto lo stringimento voluto. La misura di questo stringimento è stata determinata mediante accurate ricerche, e ogni giorno le macchine vengono provate per controllo (1).

(1) Tale pratica, tendente ad ottenere che le chiavarde in linea risultino uniformemente e giustamente sollecitate, è in completo accordo con le conclusioni tratte da alcuni recenti studi eseguiti per conto del Servizio Lavori delle F. S. Vedere l'articolo « Ricerche sperimentali sugli attriti nelle giunzioni delle rotaie e sulle sollecitazioni nelle chiavarde » apparso nell'ottobre scorso su questa Rivista.

Quanto alle piastre d'appoggio le Ferrovie Americane sono rimaste indietro rispetto a quelle Europee forse perchè la ricchezza in legnami non richiedeva troppi riguardi per le traverse.

Infatti solo da poco tempo sono in uso piastre grandi con due spallette e con organi d'attacco distinti per la rotaia e per la piastra.

A titolo sperimentale, un tratto di linea lungo 20 Km. è stato impiantato in America, con un armamento simile a quello K. tedesco e le rotaie, quando furono collocate in opera a una temperatura superiore a 4-5°, furono disposte senza luci di dilatazione, in modo che i giunti si aprono solo quando fa molto freddo.

Ai provvedimenti per la cura del binario appartengono anche l'adozione di dispositivi lubrificatori delle rotaie e dei bordini nelle curve, che hanno dato buoni risultati.

Per proteggere le parti ferrose dalla corrosione provocata dalle soluzioni saline che gocciolano dai carri frigoriferi, si usa spalmarle con olio d'asfalto, con buon esito.

Per scoprire i difetti interni nelle rotaie, che possono svilupparsi sino a provocare la rottura delle stesse, si usa da tempo il carro Sperry col quale, mentre si percorre il binario, si esaminano le rotaie in base alle variazioni di resistenza elettrica.

Il metodo del ricambio del metallo sulle parti logorate è applicato non solo alle estremità delle rotaie ma anche ai cuori degli scambi e a tutti gli altri pezzi, utilizzando sia la saldatura ossiacetilenica che quella ad arco.

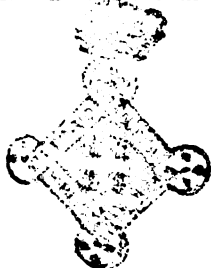
La Compagnia « Chicago Burlington & Quincy » salda gli acciai al carbonio col primo metodo e quelli al magnesio col secondo, e a tal uopo possiede dieci carri attrezzati con le necessarie macchine e serviti ciascuno da un saldatore e un aiutante. Tali carri risiedono in dieci grandi stazioni dalle quali vengono inviati sul posto ove occorrono. Il saldatore, quando è chiamato a riparare un danno in una stazione, ha cura di verificare e riparare anche tutti gli altri cuori.

Per trovare il metodo più opportuno per la saldatura dei cuori in acciaio al Mn., furono necessari anni di studio.

Si è concluso che il miglior sistema consiste nel liberare il pezzo dalle parti rovinate mediante il cannello riducente, poi apportare il nuovo metallo in lunghi e fitti cordoni longitudinali, quindi lavorare il nuovo metallo col martello e infine eliminare gli spigoli e le irregolarità con la mola — G. Robert.

Formano oggetto di recensione i libri inviati alla Rivista in doppio esemplare. Quelli che pervengono in semplice esemplare sono soltanto registrati nella Bibliografia mensile.

Ing. Nestore Giovene, *direttore responsabile*

Stabilimento Tipografico Armani di M. Courrier – Roma, via Cesare Fracassini, 60

BIBLIOGRAFIA MENSILE FERROVIARIA

DICEMBRE 1938-XVII

PERIODICI

LINGUA ITALIANA

Rivista Tecnica delle Ferrovie italiane.

1938 725 . 31
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 203.
M. MORGANA. Le costruzioni provvisorie nella stazione di Roma-Ostiense, pag. 14, fig. 22, tav. 1.

1938 691 . 3
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 217.
A. PERFETTI. La pomice per la costruzione dei calcestruzzi leggeri, pag. 16, fig. 18.

1938 625 . 143 . 4
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 233.
G. ROBERT. Ricerche sperimentali sulla resistenza d'attrito nelle giunzioni delle rotaie e sulle sollecitazioni delle chiavarde, pag. 9, fig. 6.

1938 385 . 113 (.73)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 216 (Informazioni).
La crisi delle ferrovie americane, pag. ½.

1938 625 . 92
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 242 (Informazioni).
La funivia più alta del mondo, pag. 1, fig. 1.

1938 624 . 2
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 243 (Libri e Riviste).
Il crollo del ponte saldato di Hasseld, pag. 3, fig. 2.

1938 624 . 137 . 5
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 245 (Libri e Riviste).
Muri di cemento armato per sostegno delle terre e confronto economico con quelli di pietrame, pag. 2 ½, fig. 3.

1938 621 . 138
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre. pag. 248 (Libri e Riviste).
Per un'intensa utilizzazione delle locomotive, pag. 1 ½, fig. 2.

1938 656 . 253 . 8
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 250 (Libri e Riviste).
Impiego di tubi luminescenti come complemento dei segnali in galleria, pag. 3, fig. 4.

1938 624 . 2 . 058
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre. pag. 253 (Libri e Riviste).
La tecnica della misura delle oscillazioni nei ponti ferroviari, pag. ½.

1938 01
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre. pag. 253 (Libri e Riviste).
Il congresso mondiale della documentazione universale, pag. 1.

1938 69 . 028 . 2
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 254 (Libri e Riviste).
Posizione e forma delle finestre in rapporto all'illuminazione dei locali, pag. 3, fig. 6.

1938 621 . (396 : 33
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 257 (Libri e Riviste).
Le perturbazioni delle audizioni radiofoniche causate dalla trazione elettrica e i mezzi per combatterle, pag. 1.

1938 625 . 24 : 669 . 144 (:73)
Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, ottobre, pag. 258 (Libri e Riviste).
L'impiego di acciai speciali nella costruzione di carri ferroviari in America, pag. 1.

Alluminio.

1938 621 . 315 . 171 : 669 . 715
Alluminio, luglio-agosto, pag. 199.
U. BENOFFI. Le leghe leggere per i materiali delle linee aeree tramviarie urbane, pag. 7, fig. 7.

L'Ingegnere.

1938 621 . 132 . 8
L'Ingegnere, 15 ottobre, pag. 667.
P. CROSTI. Nuove locomotive per ferrovie coloniali, pag. 3, fig. 4.

1938 621 . 332
L'Ingegnere, 15 novembre, pag. 780.
R. BRANCOLI BUSDRAGHI. L'eliminazione del rame nelle linee aeree di contatto per trazione elettrica, pag. 2, fig. 2.

L'Elettrotecnica.

1938 621 . 316 . 542
L'Elettrotecnica, 10 e 25 ottobre, pagg. 687 e 728.
B. CERRETTELLI. Interruttori a gas compresso, pag. 16, fig. 61.

1938 621 . 317 . 78
L'Elettrotecnica, 25 ottobre, pag. 725.
A. RIGHI. Sulle misure di energia in sistemi trifasi con neutro, pag. 2 ½, fig. 9.

LINGUA FRANCESE

Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer.

1938 625 . 215
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1165.
HUG (AD.-M.). Essais concernant la tenue sur la voie des véhicules de chemin de fer, pag. 18, fig. 17.

1938 621 . 131
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1183.
NORDMANN (Prof. Dr.-Ing). Le gain de puissance des locomotives aérodynamiques, pag. 15, fig. 7.

1938 621 . 135 . 2 & 625 . 214
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1198.
PETERSEN (F.). Etat actuel de l'utilisation des boites à rouleaux aux véhicules de chemin de fer, pag. 11, fig. 17.

1938 621 . 392 (.44) & 621 . 134 . 1 (.44)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1209.
MONIER (E.). Cylindres en tôles soudées pour locomotives 2-8-2, Société Nationale des Chemins de fer Français, pag. 7, fig. 16.

1938 621 . 4 (.44)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1216.
MARTIN (H.). Les nouvelles automotrices à gaz des forêts de la Socété Nationale des Chemins de fer français, pag. 6, fig. 7.

1938 621 . 132 . 5 (73)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1222.
Locomotive à marchandises 2-10-4 du Kansas City Southern, pag. 10, fig. 6.

1938 625 . 154
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1232.
Pont tournant de 30 mètres pour locomotives, pag. 7, fig. 4.

1938 621 . 132 . 3 (.73) & 625 . 232 (.73)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1239.
Train à vapeur aérodynamique léger de la Reading Company, pag. 7, fig. 10.

1938 385 . (08 (.73)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1246.
Rapport annuel (1er novembre 1936-31 octobre 1937) de l'« Interstate Commerce Commission », pag. 7.

1938 621 . 335 (.73) & 621 . 43 (.73)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1253.
Locomotives Diesel-électriques de 3600 ch. pour le service de trains lourds de voyageurs sur le Baltimore and Ohio Railroad, pag. 4, fig. 1.

1938 621 . 392 (.42) & 625 . 143 . 4 (.42)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1257.
Soudure bout à bout automatique des rails, London Passenger Transport Board, pag. 3, fig. 2.

1938 621 . 13 (02 & 621 . 137 . (02
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1260.
COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. — Leitfaden für den Dampflokomotivdienst (Manuel du service des locomotives à vapeur) 2e édition, par L. NIEDERSTRASSER, pag. ½.

1938 385 15 (.42) & 656 (.42)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1260.
COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. — Nationalisation of transport. An impartial review. (Nationalisation des transports. Un exposé impartial), pag. ½.

1938 625 . 1 (.56)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1261.
COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. — Construction des lignes de chemins de fer Irmak-Filyos & Fevzipasa-Diyarbekir. Travaux exécutés en Turquie par le Groupe suédois-danois, 1927-1935, pag. 1.

1938 621 . 13 (.494)
Bull. du Congrès des ch. de fer, novembre, pag. 1262.
COMPTE RENDU BIBLIOGRAPHIQUE. — Der Dampfbetrieb der Schweizerischen Eisenbahnen. (L'exploitation à vapeur des Chemins de fer suisse), 2e édition, par A. MOSER, pag. 1.

Revue Générale des Chemins de fer.

1938 385 . 09 & 385 . 11 . (44)
Revue Générale des Chemins de fer, ottobre, pag. 139.
RIBOUD. L'exploitation des grandes Réseaux des chemins de fer Français de 1884 à 1937. (Intero numero).

Le Génie Civil.

1938 621 . 431 . 72
Le Génie Civil, 16 luglio, pag. 53.
H. MARTIN. Les nouvelles automotrices à gaz des fòrets de la Société Nationale des Chemins de fer Français, pag. 3, fig. 7.

1938 620 . 191
Le Génie Civil, 16 luglio, pag. 61.
Les recherches du comité anglais d'études sur la corrosion, pag. 2 ½, fig. 3.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale

1938 621 . 13 & 621 . 431 . 72 & 621 . 335
625 . 2
Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, n. agosto-settembre-ottobre, p. 351.
A. BAROIS. Le matériel de chemin de fer à l'exposition internationale des arts et techniques de Paris, 1937, pag. 16.

Bulletin de la Société français des électriciens.

1938 621 . 333
Bulletin de la Société française des électriciens, novembre, pag. 981.
L. GRATZMULLER. Régulation économique de la vitesse en traction électrique à courant continu (con discussione), pag. 26, fig. 11.

621 . 316 . 25
1938 621 . 33
Bulletin de la Société française des électriciens, novembre, pag. 1007.
M. GARREAU. La commande centralisée de sous-stations de traction, pag. 15, fig. 7.

Revue Générale de l'Electricité.

621 . 316 . 26
1938 621 . 33
Revue Générale de l'Electricité, 4 giugno, pag. 719.
M. GARREAU. La commande centralisée des sous-stations de traction de la ligne électrifiée de Paris au Mans des Chemins de fer de l'Etat, pag. 11, fig. 13.

1938 621 . 311 . 15
Revue Générale de l'Electricité, 18 giugno, pag. 799.
L'augmentation de puissance de l'usine génératrice Semmering, à Vienne par l'installation d'un equipment à mise en service rapide, pag. 1.

1938 621 . (396 : 33)
Revue Générale de l'Electricité, 25 giugno, pag. 832.
Les perturbations des auditions radiophoniques causés par les chemins de fer électriques et les moyens de les combattre, pag. 1.

1938 621 . 314 . 65
Revue Générale de l'Electricité, 9 luglio, pag. 60.
P. G. LAURENT. Le redresseur à vapeur de mercure envisagé dans ses rapports avec le réseau d'alimentation: étude du fonctionnement, pag. 13, fig. 20.

LINGUA TEDESCA

Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen.

1938 625 . 14 (.43)
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 22 settembre, pag. 703.
K. KRAUSS. Die Entwicklung der Oberbauformen bei der Deutschen Reichsbahn, pag. 12, fig. 12.

1938 621 . 431 . 72
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 14 luglio, pag. 521.
O. TASCHINGER. Hydronalium als Baustoff für Triebwagen, pag. 11 ½, fig. 13.

1938 385 . 09 (.481)
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 21 luglio, pag. 550.
Zur Eröffnung der Strecke Nelang — Kristiansand der norwegischen Südlandbahn, pag. 1, fig. 2.

1938 385 . 113
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 11 e 18 agosto, pagg. 593 e 616.
G. Kopp. Der Einfluss der Langsamfahrstrecken der Eisenbahnen auf Fahrplan und Kosten, pag. 15. fig. 22.

1938 656 . 212 . 5
Zeitung des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen, 8 settembre, pag. 678.
Frone. Gefällbahnhöfe, pag. 10, fig. 6.

Elektrotechnische Zeitschrift.

1938 539 : 621 . 315 . 6
Elektrotechnische Zeitschrift, 27 ottobre, pag. 1155; 3 novembre, pag. 1176.
F. H. Müller. Physik des organischen Isolators, pag. 10, fig. 19.

1938 621 . 316 . 993 . 015 . 33
Elektrotechnische Zeitschrift, 24 novembre, p. 1263.
H. Baatz. Über den wirksamen Widerstand von Erdern bei Stossbeanspruchung, pag. 5, fig. 8.

Bau nud Werk.

1938 6257
656 . 13 . 02
Bau und Werk, 14 ottobre, pag. 284.
T. Titze. Die Leistungsfähigkeit der Autostrasse, pag. 2, fig. 1.

LINGUA INGLESE

Mechanical Engineering.

1938 620 . 191
Mechanical Engineering, novembre, pag. 813.
B. B. Wescott. Fatigue and Corrosion fatigue of steels, pag. 10, fig. 19.

1938 621 . 335
Mechanical Engineering, novembre, pag. 829.
B. S. Cain. Electric locomotives, pag. 5, fig. 7.

1938 662 . 87
Mechanical Engineering, novembre, pag. 845.
A. W. Thorson and J. S. Nelles. Possibilities for utilization of pulverized- coal ash., pag. 6, fig. 10.

Railway Age.

1938 621 . 431 . 72
Railway Age, 13 agosto, pag. 244.
Light-weight Diesel-electric trains, pag. 5, fig. 2.

1938 621 . 132 (.73)
656 . 221
Railway Age, 27 agosto, pag. 305.
Streamline locomotives for the Chicago and North Eastern, pag. 3, fig. 4.

1938 625 . 142 . 28
Railway Age, 27 agosto, pag. 308.
Wood preservation and the railways, pag. 14, fig. 12.

1938 621 . 431 . 72
Railway Age, 10 settembre, pag. 367.
Devenport — Besler builds 105-ton Diesel-electric switcher, pag. 3, fig. 3.

1938 656 . 2 . 072
Railway Age, 17 settembre, pag. 404.
H. Hartley. Amenities of railway passenger travel, pag. 3.

Engineering.

1938 621 . 311 . (163 + 2)
Engineering, 7 ottobre, pag. 431.
The adaptation of thermal power stations to work in conjunction with water-power stations, pag. 1, fig. 2.

1938 621 . 181 . 65
Engineering, 14 ottobre, pag. 451.
High-pressure high-temperature installations, pag. 1.

1938 656 . 221 (.42)
Engineering, 14 ottobre, pag. 457.
New train for the L.N.E.R. London-Harwich service, pag. 1 ½, fig. 3.

1938 624 . 35 (.73)
Engineering, 11 novembre, pag. 553.
The erection of a balanced-cantilever bridge over the Connecticut river, pag. 2 ½, fig. 14.

The Journal of the Institution of electrical engineers.

1938 621 . 314 . 65
The Journal of the Institution of Electrical Engineers, ottobre, pag. 437.
W. G. Thompson. Recent progress in power rectifiers and their applications, pag. 19, fig. 13.
Discussione, pag. 17, fig. 5.

1938 621 . 315 . 6
The Journal of the Institution of Electrical Engineers, ottobre, pag. 474.
L. Hartshorn, J. L. Megson e E. Rushton. Plastics and electrical insulation, pag. 14, fig. 7.
Discussione, pag. 9, fig. 3.

I RELÈ UNIFICATI A CORRENTE CONTINUA TIPO F. S.

(Le figure 4, 5, 13, 17 e 18 sono inserite nel testo)

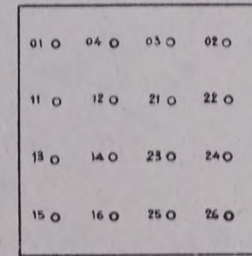



Fig. 1

Schema di contropiastra per relè a c.c. e numerazione dei morsetti.

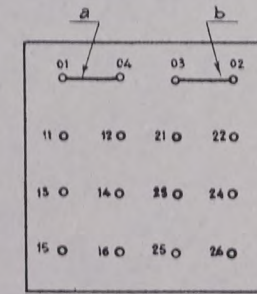



Fig. 2

Schema di contropiastra per relè a c.c. 12 V.

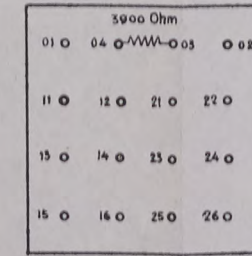



Fig. 3

Schema di contropiastra per relè neutro c.c. 48 V.

Fig. 1^a

Rappresentazione grafica dei quattro deviatoi di un relè neutro a c.c.

Fig. 1^b

Schema di connessione dei capi delle due bobine.
(1) avvolgimento di una bobina
(2) avvolgimento dell'altra bobina

Fig. 6

Schema di principio di un relè polarizzato c.c. costituito da due relè neutri.

Fig. 7

Circuiti stabiliti da un relè polarizzato

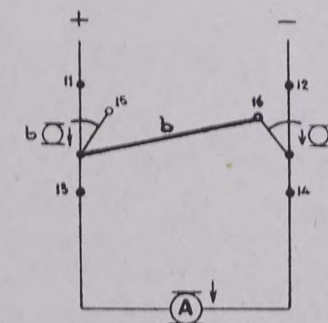



Fig. $1^{c''}_{1}$

Rappresentazione grafica del dispositivo di c.c.n. con un solo contatto mobile

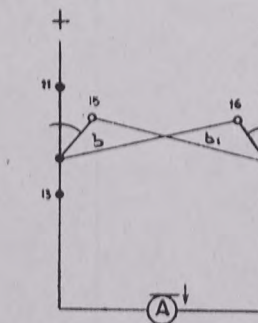



Fig. $1^{c''}_{2}$

Rappresentazione grafica del dispositivo di c.c.n. con doppia connessione con un contatto mobile ciascuno.

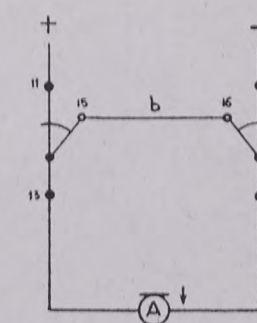



Fig. $1^{c''}_{3}$

Rappresentazione grafica del dispositivo di c.c.n. con connessione e due contatti mobili.

Fig. $1^{c'}_{1}$

Altra rappresentazione grafica del dispositivo di c.c.n. con un solo contatto mobile.

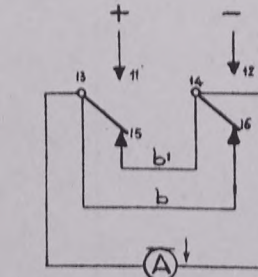



Fig. $1^{c'}_{2}$

Altra rappresentazione grafica del dispositivo di c.c.n. con doppia connessione con un contatto mobile ciascuno

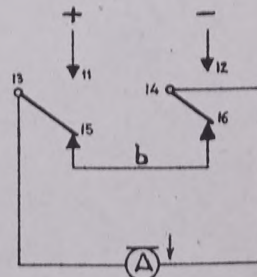



Fig. $1^{c'}_{3}$

Altra rappresentazione grafica del dispositivo di c.c.n. con connessione e due contatti mobili.

Fig. 1^{c}_{1}

Contropiastra del relè b con le piastrine di connessione per realizzare il c.c. neutro di Fig. $1c'_1 - c''_1$

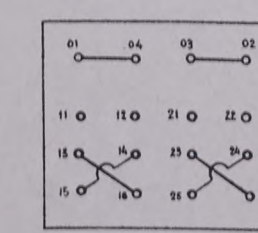



Fig. 1^{c}_{2}

Contropiastra del relè b con le piastrine di connessione per realizzare il c.c. neutro di Fig. $1c'_2 - c''_2$

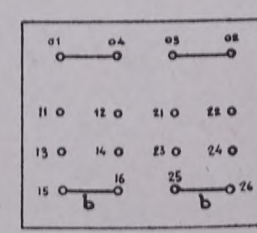



Fig. 1^{c}_{3}

Contropiastra del relè b con le piastrine di connessione per realizzare il c.c. neutro di Fig. $1c'_3 - c''_3$

Fig. 8

Contropiastra di relè polarizzato con numerazione di morsetti.

Fig. 9

Connessioni dei capi dei due relè unitari per un polarizzato a 12 V.

Fig. 10

Connessioni dei capi dei due relè unitari per un polarizzato a 48 V.

Fig. 11

Schema completo di contropiastra per relè polarizzato a 12 V.

Connessioni delle due bobine dei relè elementari nel relè polarizzato a 12 V.

Fig. 12

Schema completo di contropiastra per relè polarizzato a 48 V.

Connessione delle due bobine dei relè elementari nel relè polarizzato a 48 V.

Fig. 15

Schema di contropiastra per relè di binario

Fig. 16

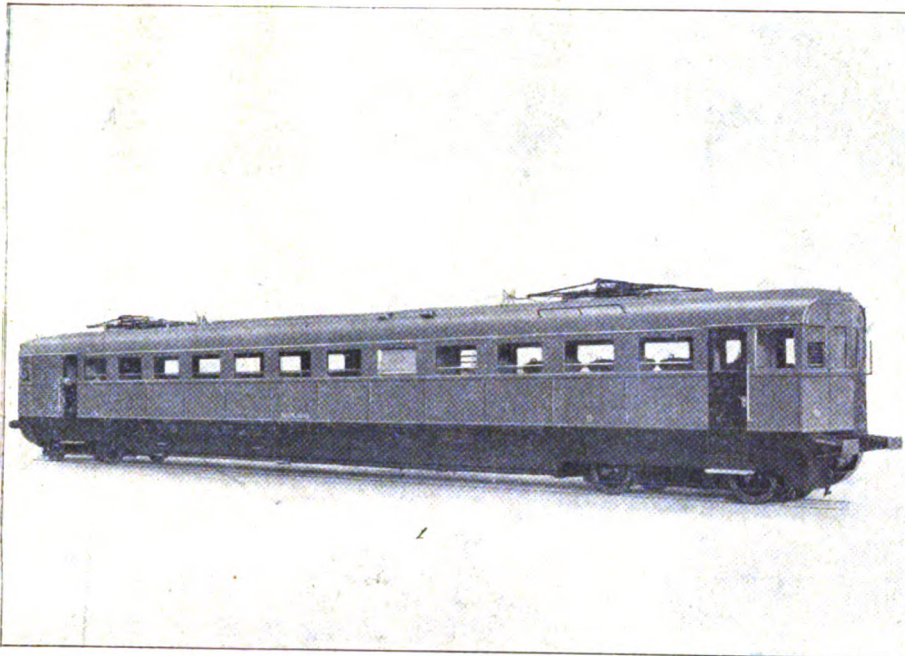
Funzione dei morsetti della contropiastra per relè di binario.

Fig. 14

Schema di utilizzazione del relè neutro c.c. come relè di binario alimentato in c.a.

Tipo-Litografia F. S. - Roma

Marelli

Elettromotrice rapida per le FF. SS. italiane - Velocità oraria 130 Km h - 500 CAV.

MACCHINE elettriche d'ogni tipo e potenza per ogni applicazione

□ □ □

Equipaggiamenti elettrici ferroviari, tranviari e filoviari per qualsiasi potenza e tensione.

Equipaggiamenti Diesel elettrici.

Applicazioni varie per trazione.

□ □ □

ERCOLE MARELLI & C. - S. A. - MILANO

MAGNETI MARELLI

BATTERIE CATANODO

PER TRAZIONE

CARRELLI TRATTORI PER TRASPORTI, MVNITI DI BATTERIE CATANODO PER TRAZIONE

DELLA

FABBRICA ITALIANA MAGNETI MARELLI. S.A. MILANO